Aus der Orthopädischen und Physikalisch-Therapeutischen
Abteilung des Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhauses
Chefarzt Privatdozent Dr. Fritz HOFMEISTER

# ZUR PROBLEMATIK DER FIXATION VON KORRIGIERENDEN OSTEOTOMIEN AN DER UNTEREN EXTREMITÄT

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den
Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Günter Gras
aus Stuttgart

1971

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547205_0016

Aus der Orthopädischen und Physikalisch-Therapeutischen
Abteilung des Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhauses
Chefarzt Privatdozent Dr. Fritz HOFMEISTER

# Zur Problematik der Fixation von korrigierenden Osteotomien an der unteren Extremität

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Günter Gras

aus Stuttgart

Referent: Priv.Doz.Dr. Fritz H o f m e i s t e r
Korreferent: Prof. Dr. med. Günter F r i e d e b o l d

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 7.7.1971

# Inhaltsverzeichnis


| | Seite |
|---|---|
| A. Einleitung | 5 |
| B. Allgemeiner Teil | 6 |
| I. Geschichte | 6 |
| II. Knochenbau und Knochenheilung | 8 |
| III. Fixationsmethoden | 1o |
| 1) Übersicht | 1o |
| 2) Gipsfixation | 1o |
| 3) Metallfixation | 12 |
| a) Allgemeines | 12 |
| b) Metallschäden | 13 |
| $\alpha$) Korrosion | 16 |
| $\beta$) Metallose | 17 |
| c) Physiologisch-mechanische Bedingungen | 18 |
| d) Druckosteosynthese | 22 |
| e) Zuggurtungsprinzip | 28 |
| C. Spezieller Teil | 3o |
| I. Methodik und Material | 3o |
| II. Übersicht | 31 |
| III. Femurosteotomien | 33 |
| 1a) - 1g) intertrochantere Femurosteotomien | 33 - 75 |
| 2a) - 2e) subtrochantere Femurosteotomien | 76 - 85 |
| 3) diaphysäre Femurosteotomien | 86 |
| 4) suprakondyläre Femurosteotomien | 89 |

Seite

IV. Tibiaosteotomien 90

1) Pendelosteotomien 90
2) diaphysäre Umstellungsosteotomien 92
3) supramalleoläre Umstellungsosteotomien 93

D. Zusammenfassung 98

E. Literaturverzeichnis 99

## A. Einleitung

Die Osteotomie ist eine operative Knochendurchtrennung, die fast ausschliesslich zur Anwendung kommt, wenn angeborene oder erworbene Fehlstellungen der Knochen ausgeglichen werden. Als auffälligste Beispiele seien hier Beinlängendifferenzen oder X- und O-Beine erwähnt.
Eine Osteotomie ist aber nur dann sinnvoll, wenn die an den beiden Fragmenten erreichte Korrekturstellung bis zur knöchernen Ausheilung erhalten bleibt. Die Fixierung der Fragmente ist also für das Operationsergebnis mitentscheidend.

Die Vielzahl der angewandten Fixationsmethoden lässt erkennen, daß es bezüglich der " besten Fixation " keine einheitliche Meinung gibt.

Da in einer Klinik nur wenige Methoden angewandt werden, kann die vorliegende Arbeit nur ein Beitrag innerhalb eines größeren Problembereiches sein. An Hand von Osteotomien an Femur und Tibia sollen die Vor- und Nachteile der angewandten Fixationsmethoden aufgezeigt werden und die Operationsergebnisse mit anderen Kliniken verglichen werden.

Die Begrenzung des Themas auf die untere Extremität hat zwei Gründe. Einmal führen bereits geringe Fehlstellungen infolge der starken Beanspruchung der entsprechenden Gelenke zu frühzeitiger Arthrosis deformans zum anderen sind hier Knochen- und Osteosynthesematerial besonders großen Krafteinwirkungen ausgesetzt.

## B. Allgemeiner Teil

### I. Geschichte :

Während die konservative Fixation von Knochenfragmenten mit Gips zur Behandlung von Frakturen schon im 1o. Jahrhundert von arabischen Ärzten im Orient benutzt wurde ( nach Europa gelangte dieses Verfahren am Ende des 18. Jahrh. ( 6o ) ), ist die operative Fixation erst Mitte des 18. Jahrh. versucht worden. Zunächst stand die Suche nach geeignetem Material im Vordergrund. 1775 verwendete ICART (4) Eisendraht zur Osteosynthese. LISTER verwendete 1883 Silberdraht, LAMBOTTE um 19oo Messingplatten, 19o9 auch Aluminium, Silber und Kupfer. Damals waren Verbiegungen, Brüche und Metallplattenschwund an der Tagesordnung. Als LAMBOTTE Magnesiumplatten und Stahlschrauben gleichzeitig implantierte, zerfiel das Metall in wenigen Wochen.

Der Amerikaner BARTON hat nach den Literaturangaben als erster eine Osteotomie mit Erfolg durchgeführt. Er korrigierte eine in Adduktion und maximaler Flexion ankylosierte Hüfte mit einfacher Säge ohne Narkose und ohne Asepsis. Am 22. Nov.1826 durchtrennte BARTON den Schenkelschaft zwischen großem und kleinem Rollhügel. Zur Verhinderung der knöchernen Konsolidation und zur Gewinnung einer gewissen Beweglichkeit im Pseudarthrosenspalt wurde das Bein unmittelbar nach dem Eingriff systematisch bewegt. Nach anfänglich ordentlicher Beweglichkeit kam es jedoch nach 6 Jahren wieder zur Versteifung (3). RODGERS führte ebenfalls 183o am Schenkelhals die erste Keilosteotomie bei einem ankylosierten Hüftgelenk aus. Trotz gutem Operationserfolg fehlte es damals nicht an ablehnenden Stimmen. Man hatte Bedenken, bei einem nicht lebensgefährlichen Leiden eine Operation anzuwenden, für deren Ausgang man nicht einstehen konnte. Unbeirrt davon baute der Würzburger Orthopäde A.v.MAYER das Verfahren zwischen den Jahren 1839 bis 1854 weiter aus.Er korrigierte X- und O-Beine und Beinlängendifferenzen mit erstaunlichem Erfolg, wobei der sorgfältige Hautverschluß beigetragen hat.

Im Jahre 1854 empfahl LANGENBECK seine subkutane Osteotomie. Vor der Asepsiszeit endeten diese Fälle alle mit einer Osteomyelitis.

Mit Beginn der Asepsis-Aera wurden die Knochendurchtrennungen häufiger. Es wurde dabei besonders auf bis heute noch nicht einheitlich gelöste technische Momente Wert gelegt: Die Art der Fixation der Knochenfragmente in der erwünschten Stellung und das Problem der exakten Korrektur der Fehlstellung in verschiedenen Ebenen.

II. Knochenbau und Knochenheilung :

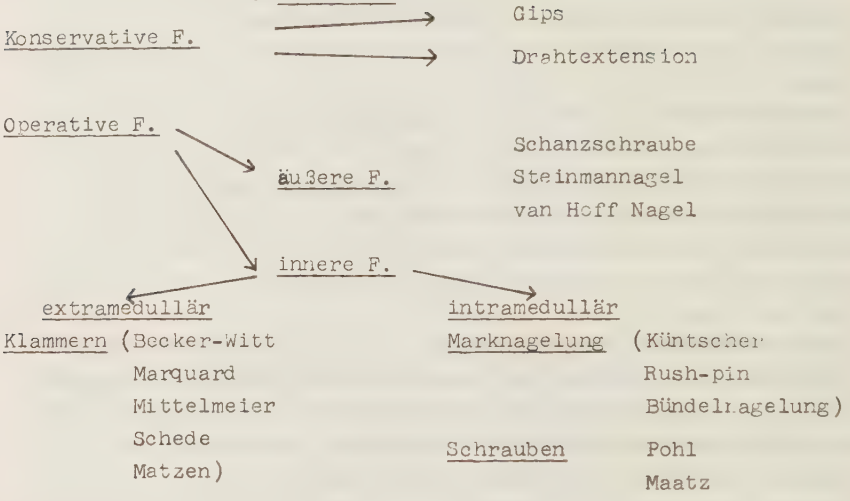
Der Knochen ist in seiner Anordnung von Kompakta und Spongiosa ebenso wie in seiner feingeweblichen Struktur der funktionellen Beanspruchung angepasst. Mit seinen Kollagenfasern und Kristalliten entspricht er in idealer Form einem Verbundbau wie z.B. Eisenbeton (KNEESE (35), dabei werden die Fibrillen auf Zug, die Kristalle auf Druck materialgerecht beansprucht. Wird nun ein Knochen durch eine Fraktur oder eine Osteotomie in seiner Kontinuität unterbrochen, kann er seiner biologischen Aufgabe, Druck, Zug- und Schubspannungen aufzunehmen, nicht mehr gerecht werden.

Je nach den äußeren Umständen geht nun die Knochenheilung unter gänzlich verschiedenen Bedingungen vor sich. Bei der konservativen Behandlung mit Extension oder Gipsverband werden die Fragmente nur ungenügend ruhiggestellt. Es kommt an den Osteotomieflächen zu einem nekrotischen Saum, zu Abbau- und Resorptionserscheinungen. Der periostale Callusmantel, der sich proportional zum Bewegungsausmaß der Fragmente gegeneinander entwickelt, versucht diese zu stabilisieren und die Osteotomie zu neutralisieren; denn nur unter diesen Bedingungen erfolgt der Haver'sche Durchbau des endossalen Callus und damit eine knöcherne Konsolidierung. In diesem Fall wird der periostale Callus völlig resorbiert, was seine temporäre Bedeutung als Fixationscallus unterstreicht. Je besser die Fixation der Fragmente gelingt, desto mehr wird dieser periostale Callus seine Funktion verlieren. Man ist heute der Ansicht, daß jeder sichtbare Callus bei einer stabilen Osteosynthese minderwertig und als eine Art Kelloid des Knochens betrachtet werden muß (DANIS). Er zeugt von ungenügender Fixation und Unruhe im Osteotomie- oder Frakturspalt. Eine per primam Heilung erfolgt ohne Umweg über den Fixationscallus. Eine Callusbildung darf röntgenologisch auch auf Tomogrammaufnahmen nicht sichtbar sein.
Weiter dürfen sich an den Osteotomieflächen keine Resorptions-Banden entwickeln. Diese per primam Knochenheilung wurde von SCHENK im Tierversuch überzeugend nachgewiesen (55,56).

Die in dieser Arbeit zu diskutierenden Operationen sind häufig prophylaktische Eingriffe zur Vermeidung von Spätschäden. Oft ist es nicht einfach, die manchmal beschwerdefreien Personen von der Notwendigkeit einer Operation zu überzeugen.
Umsomehr erwarten die Betreffenden von dem Eingriff mit Recht eine sichere Konsolidierung der Osteotomiestelle und keine Funktionseinbuße durch längere Ruhigstellung. Das technische Vorgehen muß daher so eingerichtet sein, daß größtmögliche Gewähr für die knöcherne Heilung geboten ist und außerdem eine Funktionseinbuße durch Ruhigstellung im Gipsverband vermieden wird.
Deshalb soll die Osteotomie möglichst im spongiösen Knochenabschnitt erfolgen, weil dort die Regenerationskraft am größten ist. Zum anderen sollte die Fixation der Fragmente eine Übungs- oder belastungsstabile Osteosynthese sein. Möglichst sogar eine Druckosteosynthese, wie später noch ausgeführt wird.

III. Fixationsmethoden

1. Übersicht




Wenn nach der Osteotomie die Fehlstellung korrigiert und die Fragmente sorgfältig adaptiert sind, stehen viele Fixations-Möglichkeiten zur Verfügung (s.Übersicht). Grundsätzlich müssen nach Osteotomien - von wenigen Ausnahmen abgesehen - die Knochen operativ fixiert werden und zwar bewegungs- oder belastungsstabil.

2. Gipsfixation

Hauptsächlichster Nachteil dabei ist die mangelhafte Ruhigstellung der Fragmente und damit die Gefahr der Pseudarthrosenentstehung, die lange Liegedauer, Muskelatrophien und Gelenk-

versteifung infolge Inaktivität und schlechte Blutzirkulation, die sich besonders bei alten Menschen auf Kreislauf und Herz auswirkt. Zum anderen wird auch mittelbar durch den schlechten Abtransport der bei der künstlich gesetzten Entzündung anfallenden Stoffwechselprodukte die Knochenheilung verzögert. Als weitere Folge der Zirkulationsstörung sei noch die nach der Gipsabnahme lang anhaltenden Fuß- und Knöchelödeme aufgeführt, sowie Drucknekrosen, Ekzeme, Follikulitiden und generalisierte Pyodermien, die sich nicht immer vermeiden lassen.

Trotz dieser Nachteile kommt die alleinige Gipsfixation bei Osteotomien in wenigen Fällen auch heute noch zur Anwendung. Wenn auch ausschliesslich bei jüngeren Patienten, bei denen die Immobilität der betreffenden Extremität keine allzu große Gefahr in sich birgt. Voraussetzung ist dabei, daß im spongiösen Knochen mit seiner großen Regenerationskraft osteotomiert wird.

Indiziert ist der Gipsverband

a) bei epiphysennahen Pendelosteotomien der Tibia, bei denen eine Metallfixation wegen Wachstumsstörungen nicht möglich ist,

b) wenn nach wiederholten Operationen erhebliche Weichteilvorschäden mit weitgehender Zerstörung von Endost (durch einen Marknagel) und Periost (durch Platten) bestehen,

c) an Orten mit schlechter Weichteildeckung, an denen die operative extramedulläre Fixation sehr problematisch und aus anatomischen Gründen eine intramedulläre Fixation nicht in Frage kommt wie z.B. bei supramalleolären Umstellungsosteotomien.

In den weitaus meisten Fällen wird der Gips in Kombination mit anderen Fixationsmethoden angewendet. Dann nämlich, wenn aus später noch zu besprechenden Gründen nur eine Adaptationsosteosynthese erreicht werden kann wie z.B. bei den kindlichen Derotations-Varisierungsosteotomien oder bei bestimmten Hüftarthrodesen mit subtrochanterer Unterstellungsosteotomie.

## 3. Metallfixation

a) Allgemeines

Sie ist eine operative Methode. Da grundsätzlich alle operativen Eingriffe mit dem Risiko der Wundinfektion verbunden sind und entsprechende Vorkehrungen der Asepsis erfordern - bei Knochenoperationen mit gleichzeitiger Fremdkörperimplantation allerdings in ganz besonderem Maße - soll hier das Problem der postoperativen Infektion genauso wenig wie die Gefahr der Fettembolie, des Schocks oder der Sudeck'schen Atrophie besprochen werden.

Die operative Fixation ermöglicht eine exakte Adaptation der Osteotomieflächen, eine absolute Ruhigstellung im Osteotomiespalt und damit die angestrebte per primam Knochenheilung. Bis zu diesem Zeitpunkt wird das Fixationsmaterial zur Stabilisierung von Kontinuitätstrennungen verwandt. Es muß mechanische Kräfte aufnehmen und weiterleiten, ohne von den Körpersäften angegriffen und in seiner Struktur verändert zu werden. Diesen Anforderungen sind nur Metalle gewachsen, weshalb heute fast alle Osteosynthesen mit Metallen durchgeführt werden.

Physikalisch sind Metalle durch ihre gute Wärme und Elektronenleitfähigkeit, den Metallglanz, ihre Undurchsichtigkeit und was in unserem Zusammenhang besonders interessiert, durch ihre plastische Verformbarkeit, Zähigkeit und Härte gekennzeichnet.

Chemisch verhalten sich die meisten Metalle wie Kationenbildner. Im allgemeinen sind sie schlecht oder gar nicht löslich.

Diese chemischen und physikalischen Besonderheiten, die sie von den übrigen Elementen unterscheiden, bringen bei der Verwendung als Implantat im menschlichen Körper auch ganz typische Gefahren mit sich. Sie sind zwar nicht allzu groß kommen aber mit der steigenden Zahl der Metallosteosynthesen immer häufiger zur Beobachtung. Voraussetzung der Osteosynthese ist, daß für die ganze Dauer der Knochenheilung keine Metallschäden sowohl am Implantat als auch im Körper auftreten und günstige physiologische Bedingung geschaffen werden.

b) Metallschäden

Was Festigkeit und Passivität betrifft, kann kein Metall beliebigen Ansprüchen genügen. Es gibt hierbei relativ scharfe Grenzen, die der Chirurg kennen sollte, um sein technisches Vorgehen danach einzurichten.

Die spezifischen Eigenschaften des elementaren metallischen Zustandes sind an dessen Struktur gebunden. Im festen Aggregatzustand sind die Metalle kristallin, d.h. daß die Atome nach streng periodischen und symmetrischen Gesetzmässigkeiten in einem Raumgitter geordnet sind. Als Beispiel sei das einfache kubische Gitter dargestellt.

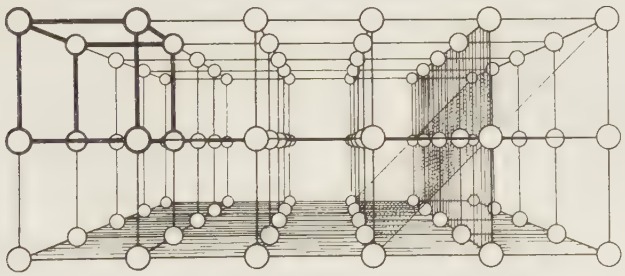


Abb.1 (nach CONTZEN)

Die Atome sitzen jeweils in den Würfelecken. Das Gitter entsteht durch Aneinanderreihen einzelner Kuben, den sog.Elementarzellen, in den 3 Richtungen des Raumes. Die Atome sind dabei in den parallellen Ebenen, den Netzebenen geordnet. Wird nun ein Kristall mechanisch durch Druck oder Zug beansprucht, so treten Deformierungen auf. Diese Formveränderungen können auch fortbestehen, wenn die auf den Kristall einwirkenden Kräfte aufgehoben sind. Dies ist der Fall bei einer plastischen Verformung. Vor ihrem Einsetzen

sind die Formveränderungen elastisch reversibel, die ursprüngliche Form stellt sich nach Aufhebung der äußeren Beanspruchung wieder ein. Im elastischen Bereich gilt das

$$\text{Hooke'sche Gesetz : } \sigma = E \cdot \varepsilon$$

wonach die Dehnung $\varepsilon$ als Maß der Deformierung ($\varepsilon$ = Längendifferenz durch ursprüngliche Länge ) proportional der spezifischen Belastung ist, die als Kraft pro Flächeneinheit definiert und als Spannung $\sigma$ bezeichnet wird. Der Elastizitätsmodul E ist der Proportionalitätsfaktor zwischen Spannung und Dehnung. Er entspricht theoretisch der Kraft, die einen Körper auf seine doppelte Länge zu dehnen vermag und liegt bei Stählen in einer Größenordnung von 2000 $\frac{kg}{mm^2}$.

Die Grenzspannung, an der plastische Verformung auftritt, heißt Elastizitäts- oder Fließgrenze. Die experimentell gefundene Abhängigkeit der Dehnung von der Zugspannung bei Stahl zeigt das folgende Diagramm.

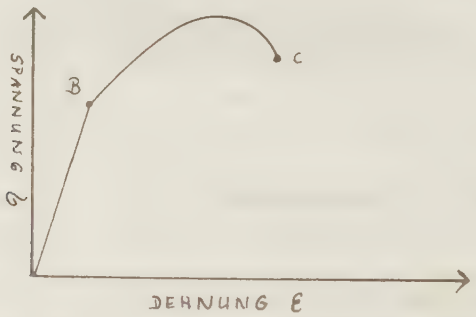



Abb. 2 ( nach FISCHER-WASELS + SCHÜNEMANN (22) )

Bei Punkt B geht die elastische in die plastische Verformung über, während bei C das Material bricht. Die plastische Verfor-

mung kristallinen Materials vollzieht sich nicht in beliebigen, sondern nur in diskreten, für jedes Raumgitter charakteristischen Netzebenen, welche Gleitebenen genannt werden ( Abb.1 ).
Der Gewaltbruch am Punkt C in obiger Abbildung gilt für statische Beanspruchung. Normalerweise wird aber das Implantat nicht statischer sondern dynamischer Beanspruchung ausgesetzt, worunter jede Beanspruchung zu verstehen ist, die in einem bestimmten oder auch variablen Rhythmus zwischen Maximal und Minimalwerten schwankt. Durch diese Folge von Lastspielen entsteht durch langsame Kohäsionszerrüttung und Gleitung des Materials-Ausgangspunkte sind meist Defektstellen der Struktur ( Heterogenitäten ) oder Fehler der Oberfläche ( Risse, Kerben ) - der sogenannte Dauerbruch. Den vom Werkstoff ertragbaren Spannungsausschlag in Abhängigkeit von der Zahl der Lastspiele ergibt für jeden Belastungsfall eine charakteristische Wöhlerkurve. ( Abb. 3 ) Sie stellt die "Lebensdauerkurve" des Materials dar. Die Schadenslinie gibt die Lastspielzahlen und die Höhe der Beanspruchungen an, die ohne Schädigung des Werkstoffes ertragen werden. Oberhalb davon treten irreversible Metallschäden auf, die sich allmählich ausbreiten und den Querschnitt so schwächen, daß abschließend ein Gewaltbruch auftritt.

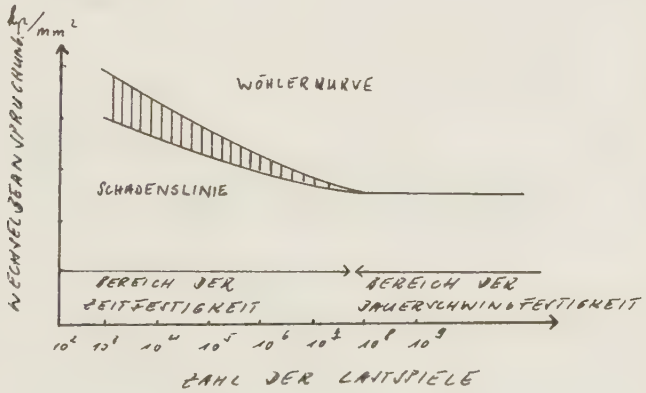



Abb. 3: Wöhlerkurve ( nach HÜTTE )

Da die bisherigen Prüfverfahren zulässige Festigkeitswerte nur für eine Art der Krafteinwirkung z.B. für Zuspannung liefern, nicht aber für komplexe Belastungsarten, erfolgt die Dimensionierung der Allenthesen nach klinischen Erfahrungen oder praxisnahen Versuchen (DÜRR, BUMM, HELMS (21) ). Es wundert daher nicht, wenn bei den heute gebräuchlichen Stählen mit einer Brinellhärte von HB 30 = 130 - 180 kp/mm$^2$, hoher Dehnungs- und Widerstandsfähigkeit trotzdem noch relativ häufig Verbiegungen und Brüche auftreten. Einen wesentlichen Faktor beim Auftreten dieser Metallschäden spielt die

α) Korrosion.

Die zur Korrosion neigenden Metalle wie z.B. Eisen kommen in der Natur in Form von Salzen und Oxyden vor. Erst durch die bei der Eisenverhüttung zugeführte Energie werden sie in den metallischen Zustand übergeführt. Sie besitzen nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik die natürliche Tendenz durch oxydative Vorgänge in den thermodynamisch wahrscheinlicheren Zustand der mineralischen Verbindungen zurückzukehren. Je grösser dieser angewandte Zwang, desto stärker ist diese Rückkehrtendenz. Da das Metall - je nach seiner Fähigkeit negativ geladene Ionen abzugeben mehr oder weniger edel - immer edle und unedle Bezirke, Verunreinigungen und Strukturverformungen ( Heterogenitäten ) enthält, führt dies in elektrolytischem Milieu zu Lokalelementbildungen und damit zur Korrosion. Abb. 4 zeigt ein Beispiel.

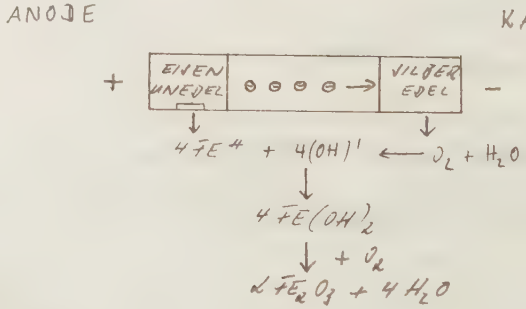



Abb. 4

Im anodischen Bezirk wird also das Metall durch Korrosion, im Beispiel entsteht Rost, aufgelöst. Da nun viele Elemente und Legierungen durch diesen Korrosionsprozess an ihrer Oberfläche schwerlösliche Verbindungen als Deckschichten bilden, die schlechte Ionenleiter sind, wird die Korrosion bis auf geringe Werte gebremst ( Passivität ). Diese Passivschichten haben eine Dicke von 1/2oo ooo mm ( ca. 3o Atomabstände ) und besitzen hohe chemische Beständigkeit. Reibung wirkt unter allen Umständen passivitätsvermindernd ( KUNZE, SCHWABE ). Die R E I B K O R R O S I O N tritt häufig an Schraubenverbindungen auf, die nicht kraftschlüssig sind. In engen Spalten wo der Elektrolyt stagniert und an Sauerstoff verarmt, kann die Passivschicht nicht mehr aufgebaut werden. Es tritt daher der gefürchtete L O C H F R A ß auf. Am wichtigsten ist in unserem Zusammenhang die S P A N N U N G S K O R R O S I O N. An Stellen großer Beanspruchung mechanischer Art durchbrechen bestimmte Ionen die Passivschicht und leiten die Korrosion ein, die immer eine " Inkubationszeit " hat. Konsolidiert eine Fraktur z.B. nicht innerhalb einer normalen Zeit, oder ist eine Osteosynthese wegen falscher Indikationsstellung instabil, so kann die Überlastung des Materials soweit gedeihen, daß die Allenthese mit großer Wahrscheinlichkeit der Spannungskorrosion anheim fällt.
NICOLE sieht als eigentliche Ursache der Korrosion die besondere mechanische Konstellation einer Osteosynthese an ( 49 ).

Um den Metallic Transfer ( BECHTOL, FERGUSON, LAING ) zu vermeiden, sollte das Instrumentarium aus dem gleichen edlen oder unedlen Material wie die Implantate hergestellt sein, weil sich dann die transferierten Metallmengen anstatt des Implantates anodisch auflösen. Die heute gebräuchlichen Chrom-Ni.-Mo.-Stähle ( Handelsnamem $V_2A$ - V8A ) sind weitgehend korrosionsbeständig.

Metallose.

Darunter verstent man lokale Schäden und Veränderungen, die durch den in das Körpermilieu hineingebrachten metallischen Fremdkörper hervorgerufen werden. Voraussetzung ist die Korrosion des implantierten Metalles. Die abgeschiedenen Ionen werden mit Elektrolyten in schwer lösliche Verbindungen übergeführt, in Gewebe eingelagert und mit einer Fremdkörperreaktion abgekapselt. Meist wird dabei das Gewebe durch die Korrosionsprodukte ( häufig

Oxyde, Hydroxyde ) verfärbt. Die Zytopathogenität verschiedener Metalle und Legierungen wurde von vielen Autoren untersucht ( HICKS, VENABLE, STUCK, KRULL, CAMPELL, NICOLE, HULLIGER, POHLER, STRAUMANN ).
Danach wird die Metallose eines genügend korrosionsfesten Implantates vom Organismus schadlos vertragen. (NICOLE).
Die Cr.Ni.Stähle ( $V_4A$ od. AISI 316 ) stellen einen guten Kompromiß zwischen Gewebsverträglichkeit, Festigkeit und wirtschaftlich bestmöglicher Verarbeitung dar. Vitallium ( eisenfreier Co-Stahl ) hat zwar eine größere Korrosionsresistenz ist aber auch spröder als $V_4A$.

c) Physiologisch - mechanische Bedingungen
Sie stellen heute ein grösseres Problem dar als die Metallschäden.
$\alpha$) In fast allen Fällen von Brüchen und Verbiegungen der Allenthesen ist die biologische Konstellation der durchgeführten Osteosynthesen mangelhaft. Wenn Platten z.B. nicht auf Zug sondern auf Biegung beansprucht werden, kommt es unweigerlich zu den Metallschäden, die unter b) beschrieben sind. Ein Beispiel einer Zuggurtungsplatte soll dies veranschaulichen.

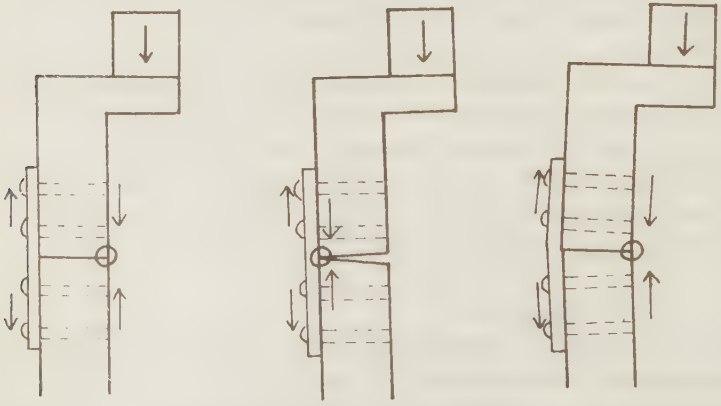


Abb. 5a: - 5c: ( n. PAUWELS ).

Die Beanspruchung der Platte wird umso geringer, je weiter der Drehpunkt von der Platte entfernt ist. Bei b) biegt sich die Platte so lange, bis Knochenkontakt und damit eine Abstützung

erreicht sind.

β) Grundsätzlich sollen die Implantate nach knöcherner Konsolidierung entfernt werden. Die Beurteilung an Hand von röntgenologischen Verlaufskontrollen fällt aber bei callusfreier Primärheilung nicht leicht. Maßgebend sind hierbei das völlige Verschwinden des Frakturspaltes und die homogene Strukturierung. Deshalb empfiehlt KUNER (37) mit der Metallentfernung lieber etwas abzuwarten, als schon den frühestmöglichen Termin ins Auge zu fassen; denn der Osteotomiespalt muß nicht nur knöchern fest sondern auch ausreichend tragfähig geworden sein.
Dies ist nach obigem Autor in der Regel nach 18 - 24 Monaten der Fall. Eine Belassung des Metalles im Körper sollte nur in Ausnahmefällen erfolgen, dann nämlich, wenn das Implantat fest eingemauert ist und der zweite Eingriff grösser als der erste wird oder bei alten gebrechlichen Menschen im schlechten Allgemeinzustand.

Da der Osteotomiespalt zwar knöchern durchbaut, der Knochen aber vor der Metallentfernung nie der vollen funktionellen Beanspruchung ausgesetzt war, kommt es zu ganz typischen Komplikationen, weshalb der beliebig lange Verbleib aller Osteosyntesen strikt abgelehnt werden muß ( LEITZ (4o) ). Auffällig geringfügige "Unfallereignisse" führen zu Frakturen, deren Lokalisation und Ursache allein in dem Vorhandensein eines Metallimplantates zu suchen ist. WEHRHAHN (67) erklärt diese Komplikation mit dem Hinweis auf die gefürchtete Erscheinung des Sprödbruches im Bauwesen und im Maschinenbau. Deshalb so gefürchtet, weil er bei Schlag-und Stoß-Belastung ohne Vorankündigung plötzlich auftreten kann, längst bevor statische Zug- und Druckfestigkeit des Materials erreicht sind. Dieser Sprödbruch ist einmal ein Werkstoffproblem zum anderen ist aber immer dann höchste Gefahr gegeben, wenn im Bauteil an irgendeiner Stelle ein räumlicher Spannungszustand vorliegt. Unter Umständen genügt dann ein geringfügiger Anlaß - bei Stahl z.B. schon allein sehr niedrige Außentemperatur ohne jede Beanspruchung durch äußere Belastung - um die verformungslose Zerstörung einzuleiten. Warum nun gerade mehrachsige Spannungszustände die Auslösung von Sprödbrüchen begünstigen, sei an einem zweiachsigen Spannungszustand erläutert.

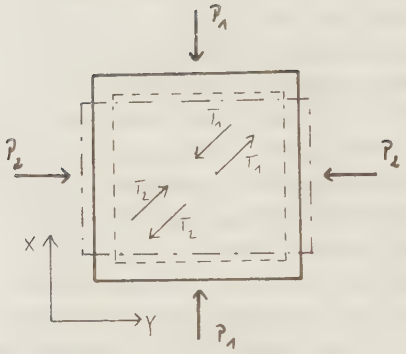



Abb. 6 ( nach LEITZ )

Die durch $P_1$ bewirkte Verkürzung in x Richtung des skizzierten Körper kann durch $P_2$ z.T. wieder rückgängig gemacht werden. Da aber nach dem Hook'schen Gesetz die Spannung $\sigma$ immer proportional der Verformung $\varepsilon$ ist, muß jetzt $\sigma < \sigma$ zulässig geworden sein. Durch die zulässige Last $P_2$ ist also die Tragfähigkeit noch vergrössert worden. Die Zweiachsigkeit ( und in noch höherem Maße Dreiachsigkeit ) wirkt also bei Kräften gleichen Vorzeichens festigkeitserhöhend, so daß man meinen könnte, daß die Werkstoffeigenschaften verbessert worden seien. Die Verringerung der Schubspannungen bedeutet aber eine Formänderungsbehinderung, weil Schubspannungen die elastischen Gleitungen und Verschiebungen zwischen Korngrenzen eines kristallinen oder eines aus anderen funktionellen kleinsten Einheiten zusammengesetzten Stoffes bewirken, die aber im Grenzfall vollständig fehlen können. Das heißt, daß der Werkstoff im mehrachsigen Spannungszustand versprödet ist, was trotz der statischen Festigkeitserhöhung eine große Gefahr bei Schlag- und Stoßbelastung darstellt. Derartige Spannungszustände können ausgelöst werden

a) durch das Aufbringen äußerer Lasten in verschiedenen Richtunge
b) durch Kraftumlenkung.

Jede Änderung der Fließrichtung bewirkt Abtriebskräfte quer zur eigentlichen Kraftrichtung und damit eine innere Zwei- oder Dreiachsigkeit. Je grösser die Querschnittsänderung und je kürzer die

Übergangslänge, umso höher sind die Abtriebskräfte.

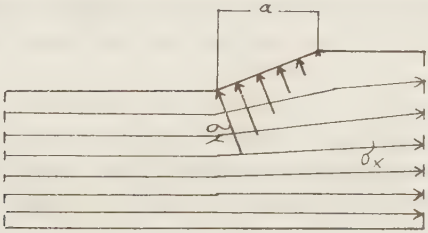



Abb. 9 ( nach LEITZ )
Mehrachsiger Spannungszustand infolge Kraftumlenkung.

c) durch Kerbwirkung

An den Plattenenden sind die drei aufgeführten störenden Faktoren in klassischer Weise vorhanden.

Zu a) Durch Anziehen der Schrauben wird von der Platte ein Anpreßdruck auf den Knochen ausgeübt, der in Verbindung mit äußeren Lasten einen zweiachsigen Spannungszustand hervorruft. Ganz besonders ungünstig im Sinne der Sprödbruchgefahr ist das Anbringen von 2 Stahlplatten rechtwinklig zueinander, da bereits ein dauernder zweiachsiger Eigenspannungszustand ohne Einwirkung äußerer Lasten vorhanden ist, zusammen mit letzterem sich aber bereits der stark versprödende dreiachsige Zustand ausbildet.

Zu b) Durch die angeschraubte Platte tritt eine erhebliche Ablenkung des Kraftflusses von der Mittelachse des Knochens auf. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Elastizitätsmoduln von Stahl und Knochen rückt rechnerisch die gemeinsame Schwerachse des einseitig durch die Stahlplatte verstärkten Knochenquerschnittes von seiner Mitte bis fast an den äußeren Knochenrand. Der Kraftfluß wird hier also um nahezu den halben Knochendurchmesser in Richtung der eingeschraubten Platte seitlich abgelenkt.

Zu c) Am Plattenende bildet sich beim Anpressen eine scharfe Kerbe aus, wobei noch erschwerend hinzukommt, daß die Stahlplatte mit ihrem um ein vielfaches grösseren Elastizitätsmodul für einen abrupten Querschnittsübergang sorgt und damit auch für eine besonders scharfe Kraftumlenkung im Bereich der Kerbe. Die Längskräfte werden nämlich nicht nur durch die Schrauben, sondern bei

ausreichendem Anpreßdruck sicherlich in nicht geringem Maße durch Reibung zwischen Knochen und Platte übertragen, ihre Überleitung beginnt deshalb bereits unmittelbar an der Kerbe, also am Plattenende.

Um der Gefahr der Sprödbrüche am Plattenende zu begegnen, müßte also der scharfe Querschnittsübergang durch Abschwächung des Plattenendes oder durch verstärkte Ausrundung der dem Knochen zugewandten Plattenseite erwogen werden.

d) Druckosteosynthese

Daß mechanische Kräfte ( A-O Druckverfahren ) nicht nur eine bessere Fragmentfixierung bedeuten, sondern auch unmittelbar bei der Knochenheilung eine entscheidene Rolle spielen, weiß man seit längerer Zeit.

Über die Wirkungsweise gehen die Meinungen allerdings auseinander. Manche Autoren vertreten die Ansicht, daß axialer Dauerdruck die Osteogenese und somit die Knochenheilung fördert, ( DANIS, CHARNLEY ) andere beweisen durch experimentelle Untersuchungen, daß mechanische Dauerbeanspruchungen einen schädlichen Einfluß auf die Biologie des Knochengewebes habe. Es treten typische Ermüdungserscheinungen auf - der sogenannte Knochenumbau -, der letzten Endes zur echten Pseudarthrose führt ( MARTIN, MÜLLER, WILLICH ). Nach LANGE, DUBOIS und JORES wiederum bewirkt funktioneller Druck, d.h. Druck, der periodisch mit Druckentlastung wechselt, hervorragende Knochen- und Callusbildung was im Widerspruch zur Wirbelarrosion bei einem Aortenaneurysma steht. ROUX hat in seiner Lehre von der funktionellen Anpassung eine präzise Charakterisierung der mechanischen Reize gegeben, die er als Bildungsreize für drei Arten von Stützgewebe ansieht. Danach ist Druck der spezifische Reiz für die Bildung von Knochengewebe, Zug der spezifische Reiz für Bindegewebsbildung und starke Abscherung in Verbindung mit Druck und Zug der spezifische Reiz für die Bildung von Knorpelgewebe.

Diese Lehrmeinungen mit ihren unklaren Definitionen von mechanischen Kräften - axialer Druck, funktioneller Druck, Abscherspannung - hat PAUWELS kritisch untersucht und an Hand von Experimenten seine eigene Theorie überzeugend belegt (52).

Weil sie für die Knochenheilung und damit auch für diese Arbeit von grundlegender Bedeutung ist, möchte ich sie im Folgenden ausführlicher zitieren .

"Das Blastem der Stützgewebe ist pluripotent, d.h. es kann sowohl zu Knochengewebe als auch zu Bindegewebe und Knorpelgewebe ausreifen. So sehen wir z.B. bei der Frakturheilung, daß aus dem sekundären Mesenchym, welches der gesamten Umgebung der Fraktur entstammt, nicht nur ein bindegewebiger oder knöcherner Callus entsteht, sondern auch Knorpelgewebe, selbst bei Knochen, die nicht knorpelig vorgebildet waren. Ebenso geht aus Beobachtungen hervor, daß die Differenzierungsrichtung des Blastems an der Osteotomie oder Frakturstelle irgendwie durch mechanische Reize gesteuert wird, und daß letzten Endes die jeweilige mechanische Anforderung an die Konstruktion für die Ausbildung und Lokalisation der verschiedenen Stützgewebe maßgebend ist. Zunächst ist undenkbar, daß Druck der spezifische Reiz für Knochenneubildung sein kann, wenn er als einachsiger Druck wie der ROUX'schen Lehre zugrunde liegt, unmittelbar auf die Zelle zur Ausbildung kommt; denn

1. ist die Zelle ein so zartes Gebilde, daß sie schon durch geringsten Druck zerstört würde,
2. ist nicht denkbar, daß der subtile Vorgang der Ausscheidung von Knochensubstanz und deren Erhärtung unter direkter Einwirkung von Druck auf die Zelle vor sich gehen kann.

In Einklang mit dieser Überlegung steht die Bemerkung von FICK, daß Knochengewebe sich nur an Orten absoluter Ruhe differenziert. Tatsächlich wird Knochenbildung auch nur an solchen Stellen beobachtet, an denen die Zellen selbst durch ein feststehendes Gerüst vor jeder direkten mechanischen Beanspruchung geschützt sind. Bei der chondralen Knochenbildung sind es die Bälkchen aus Knorpelgrundsubstanz, die dem Druck Widerstand leisten und die anliegenden Zellen vor Druck schützen. Bei der desmalen Knochenbildung besteht das Leitgerüst aus kollagenenFibrillen, die dem Zug Widerstand leisten und die zwischen den Fibrillen liegenden Zellen vor Zug schützen. Beim infrakturierten Knochen sind es die ineinander verkeilten Spongiosabälkchen, welche

das starre Gerüst bilden und beim Anbau von Knochengewebe an den intakten Knochen, d.h. beim kontinuierlichen Umbau und beim Breitenwachstum, wird der Druck durch die Corticalis und die Spongiosabälkchen aufgenommen, so daß die Zelle, geschützt vor jeder direkten Druckeinwirkung, zur Osteocyte ausreifen kann.

Andererseits lehren Beobachtungen, insbesondere bei der Frakturheilung, daß die Knochenneubildung dort ausbleibt, wo das Leitgerüst intermittierende Verzerrungen erleidet, durch welche Druck, Zug oder Schub unmittelbar auf die Zelle übertragen werden.

Ebensowenig wie Druck, der unmittelbar auf die Zelle wirkt, kann auch Druck, der auf den intakten Knochen zur Auswirkung kommt, und die Zelle nur mittelbar trifft, der spezifische Reiz für die Knochenneubildung sein; denn zahlreiche Beobachtungen beweisen eindeutig, daß auch Zug, der auf den Knochen wirkt, in analoger Weise Knochenneubildung zur Folge hat. Zwei entsprechende Beobachtungen seien hier kurz aufgeführt :

1. Der Umbau der Schenkelhalscorticalis nach knöcherner Versteifung des Hüftgelenkes und
2. der funktionelle Umbau der Spongiosastruktur nach operativer Verkleinerung des Schenkelhalswinkels bei Coxa valga.

Bei Hüftgelenksankylose fällt die Wirkung des Muskelzuges auf den Schenkelhals infolge der Inaktivitätsatrophie der Abduktoren aus. Beweisend ist hierfür der Schwund der Spongiosa im Trochanter major, die eine Verkörperung der Spannungen darstellt, die durch den Zug der pelvitrochanteren Muskeln bedingt sind. Infolgedessen wird der Schenkelhals bei Ankylose des Hüftgelenkes im wesentlichen allein durch das Körpergewicht beansprucht. Da die Körperschwere unter einem viel längeren Hebelarm auf den Schenkelhals wirkt als die Resultierende aus Körpergewicht und Muskelkraft, so ist bei einer Hüftgelenksankylose die Biegebeanspruchung des Schenkelhalses sehr viel grösser als bei beweglichem Hüftgelenk, obwohl das Körpergewicht allein viel kleiner ist als die aus Körpergewicht und Muskelkraft resultierende Druckkraft, die die geometrische Summe aus beiden darstellt.

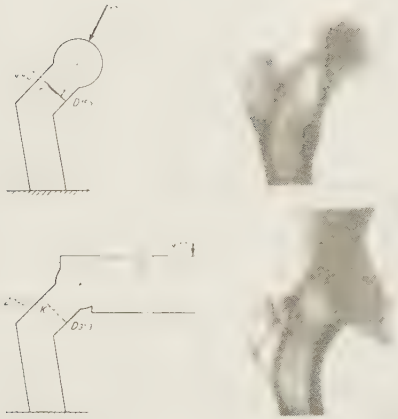


Abb. 8 ( nach PAUWELS )

Sie zeigt die Gegenüberstellung von ankylosiertem und frei beweglichem Hüftgelenk. a) Skizze der Beanspruchung des coxalen Femurendes bei beweglichem Hüftgelenk, R=Richtung der resultierenden Kraft. Die Spannungen sind auf der Druckseite ca. 3 x so groß wie auf der Zugseite. b) Rö.-Bild dazu, die Corticalis ist auf der Druckseite dicker als auf der Zugseite.

c) Skizze bei ankylkosiertem Hüftgelenk. Die beanspruchende Kraft ist wesentlich geringer als in a). Die Spannungen im entsprechenden Querschnitt des Schenkelhalses sind jedoch auf der Druckseite 3 x so groß auf der Zugseite etwa 6 x so groß geworden, so daß jetzt beide annähernd gleiche Grösse besitzen. d) Beachte die Verdichtung des Zugbündels der Spongiosa und die Aufhellung des Trochanter major.

Aus dieser Darstellung geht einwandfrei hervor, daß Zug, der auf den Knochen einwirkt, in analoger Weise Knochenbildung zur Folge hat wie Druck, was von ROUX und insbesondere auch von JANSEN in Abrede gestellt wird.

Zu der gleichen Erkenntnis führt der Umbau des Spongiosaarchitektur nach operativer Verkleinerung des Schenkelhalswinkels wie Abb. 9 zeigt

Dieser bei allen entsprechenden Operationen regelmässig beobachtete strukturelle Umbau liefert einen weiteren Beweis dafür, daß auch Zug knochenbildend wirkt.

Die zweite These von ROUX, daß Zug, der auf ein mesenchymales Gewebe wirkt, die Bildung von Bindegewebe, d.h. von kollagenen Fibrillen, zur Folge hat, ist zutreffend. Trotzdem kann Zug nicht der spezifische Reiz für Bindegewebsbildung sein, weil aus zahlreichen Beobachtungen hervorgeht, daß auch unter Druck- und Schubwirkung kollagene Fibrillen entstehen ( ALTMANN, WURMBACH )

Abb. 9 ( nach PAUWELS )

Es konnte bisher also von keiner Seite der Beweis erbracht werden, daß die Qualitäten der Beanspruchungen Druck, Zug und Schub ( Abscherung ) auch spezifische Reizqualitäten für die Differenzierungsrichtung mesenchymalen Gewebes darstellen.

Andererseits muß irgendeine Beziehung zwischen mechanischen Einflüssen und Gewebsdifferenzierung bestehen.

PAUWELS konnte nun nachweisen, daß Druck, Zug und Schub an der Zelle immer nur eine Verformung, entweder eine Drehung oder eine Volumenänderung hervorrufen können. Die beiden mechanischen

Qualitäten sind der Reiz für die Gewebeneubildung, zumindest ein wesentliches Glied in der Reizkette. Wie und wo allerdings die Kopplung und Umwandlung der mechanischen Reize in physikalisch-chemische Reaktionen stattfindet, ist dabei noch völlig rätselhaft.

Dehnung ist der spezifische Reiz für die Bildung kollagener Fibrillen also von Bindegewebe. Da nun aber jede Art der Beanspruchung zu einer Verzerrung der Zelle und damit zu Dehnung führt, haben sowohl Druck als auch Zug und Schub Bindegewebsbildung zur Folge, wie auch durch Beobachtungen bestätigt wird.

Hydrostatischer Druck ( allseitig gleichgroßer Druck nicht nur in Flüssigkeit sondern auch in halbfesten oder festen Körpern ) ist der spezifische Reiz für die Bildung von Knorpelgewebe.

Zellen eines mesenchymalen Gewebes, in denen hydrostatischer Druck einwirkt, reagieren in charakteristischer Weise. Sie ziehen ihre Ausläufer ein, runden sich ab und erreichen durch Quellung ein Vielfaches ihrer ursprünglichen Grösse. Vielleicht wird durch den hydrostatischen Druck der Stoffwechsel der Zelle so verändert, daß ein Flüssigkeitstransport an der Zellmembran nach innen stattfindet. Ist das Gewebe in einer unnachgiebigen Hülle, z.B. in einem Knochenrohr eingeschlossen, so wird durch die Quellung der Zellen der hydrostatische Druck fortlaufend gesteigert, was eine weitere Volumenzunahme der Zelle zur Folge haben muß. Dieser Circulus vitiosus kann schliesslich dazu führen, daß das Knorpelgewebe unter Verkalkung zugrunde geht und durch Knochengewebe ersetzt wird. Es ist dies der bekannte Vorgang der chondralen Ossifikation.

Kann die Hülle dagegen der Expansion des eingeschlossenen Gewebes nachgeben, so daß sie nur einer begrenzten Steigerung des hydrostatischen Druckes Widerstand leistet, so kann es zu einem Gleichgewichtszustand kommen, der mit den Lebensbedingungen des Knorpels noch vereinbar ist. In diesem Fall bleibt der Knorpel erhalten.

In Bereichen, in welchem dem hydrostatischen Druck intermittierender Schub überlagert ist, also Zellen eine minimale Verzerrung erleiden, bleiben sie relativ klein. Hier zeigt der Knorpel alle Eigenschaften eines wachsenden jungen Knorpels mit reichlich Grundsubstanz und

Zellvermehrung. Es ist denkbar, daß bei Verzerrung der Zelle ihre Expansion beschränkt bleibt, weil anzunehmen ist, daß die osmotischen Eigenschaften einer semipermeablen Membran verändert werden ".

Die Fixation ist für die Knochenheilung also dann optimal, wenn die verschiedenen mechanischen Kräfte in Druckkräfte am Osteotomiespalt umgewandelt werden, was mit dem Zuggurtungsprinzip verwirklicht werden kann.

e) Zuggurtung

Durch das Prinzip der Zuggurtung kann die Beanspruchung eines Röhrenknochens bei gleichzeitiger Erhöhung der Belastung wesentlich vermindert werden. So bewirken die Muskeln neben dem Körpergewicht zwar eine Erhöhung der Belastung in Form der auf die Röhrenknochen wirksamen Druckkraft. Sie setzen aber weil sie als Zuggurtung wirken die Beanspruchung des Knochens wesentlich herab. Das Prinzip soll die Abb. 1o veranschaulichen.

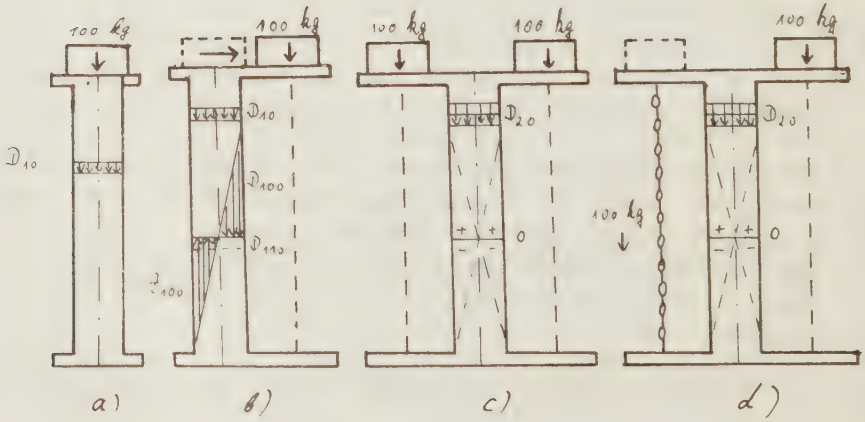



Abb. 1o ( nach PAUWELS )

In der Abb. 10a) geben die Pfeile die Druckspannungen in der Säule an, die dem konzentrisch gelagerten Gewicht das Gleichgewicht halten. Bei geringer seitlicher Verlagerung des Gewichtes werden die in der Säule auftretenden Spannungen stark erhöht ( Abb. 10b ).
Es kommt neben den reinen Druckspannungen noch zu Biegespannungen, weil die exzentrisch gelagerte Last die Säule linkskonvex auszubiegen trachtet. Bei gleichem Gewicht (Belastung) ist die Summe der im Querschnitt auftretenden Spannungen ( Beanspruchung ) vergrössert worden. Da nun die Druck- und Zugspannung reine Längsspannungen sind, hebt sie sich bei Anbringung eines gleich großen Gewichtes auf der Gegenseite wieder auf ( Abb. 10c ). Das Gegengewicht kann mit gleicher Wirkung durch einen Zug ersetzt werden ( Abb. 10d ). Wie aus der Abb. 10 zu ersehen ist, ist bei doppelter Belastung die Beanspruchung der Säule auf 1/5 herabgesetzt worden. Bei gelenkiger Verbindung zwischen Säule und Last müssen die Drehmomente auf beiden Seiten gleich groß sein. Die Grösse der Zuggurtungskraft steht dann in umgekehrt proportionalem Verhältnis zu seinem wirksamen Hebelarm.

Die Zuggurtung setzt also die Beanspruchung des Knochens herab und vermittelt die für die Heilung so entscheidende Druckbeanspruchung.

## C. Spezieller Teil

I.

Methodik und Material

An Hand der Operationsbücher wurden im Zeitraum vom 1.1.1965 bis 31.7.1969 sämtliche Osteotomien an der unteren Extremität erfasst.

14 Fibulaosteotomien und
5 Osteotomien an Fußwurzelknochen wurden nicht berücksichtigt.

An Hand von Krankenblättern und Röntgenserien wurde der klinische Verlauf beurteilt.
Da keine Nachuntersuchungen vorgenommen wurden, beschränkt sich die Beurteilung der funktionellen Ergebnisse auf die Zeit bis zur Entlassung in ambulante Weiterbehandlung.

II. Übersicht

Femurosteotomien

| | 1. intertrochantere F. | Fälle |
|---|---|---|
| 1a) | Derotationsvarisierungsosteotomien bei Hüftdysplasie ( Becker Witt ) | 41 |
| 1b) | Varisierungsosteotomien bei coxa valga subluxans ( A-O Kinder-u.Erwachsenenwinkelplatte) | 13 |
| 1c) | Valgisierungsosteotomien bei Epiphysiolysis cap. fem. ( A-O Kinderwinkelplatte ) | 2 |
| 1d) | Varisierende u.valgisierende Osteotomien nach Pauwels bei Coxarthrose ( A-O Winkelplatten, Bosworthplatten ) | 72 |
| 1e) | Intertrochantere Umstellungsosteotomie wegen Flexions- u. Außenrotationsfehlstellung bei Morbus Bechterew ( A-O Winkelplatte ) | 1 |
| 1f) | Intraartikuläre Verriegelungsarthrodese und intertrochantere Umstellungsosteotomie bei Coxarthrose ( Beckenbeinfußgips ) | 1 |
| 1g) | Gabelungsosteotomie nach Bayer-Lorenz bei veralteter Hüftluxation ( Beckenbeinfußgips ) | 1 |
| | 2. subtrochantere F. | |
| 2a) | Subtrochantere Varisierungs-u. Verkürzungsosteotomien ( A-O Winkelplatten ) | 7 |
| 2b) | Resektionsangulationsosteotomie bei Protrusio acetabuli | 1 |
| 2c) | Extraartikuläre ischiofemorale Hüftarthrodese mit subtrochanterer Unterstellungsosteotomie ( Beckenbeinfußgips und Gipsliegeschale ) | 1 |
| | 3. diaphysäre F. | |
| 3a) | Diaphysäre Femurosteotomien ( Marknagel ) | 5 |

| | Fälle |
|---|---|
| 4. suprakondyläre F. | |
| 4a) Suprakondyäle Umstellungsosteotomie wegen Valgusfehlstellung ( A-O Kondylenplatte ) | 1 |
| Femurosteotomien insgesamt | 146 |

Tibiaosteotomien

| | |
|---|---|
| 1. Pendelosteotomien | |
| 1a) Pendelosteotomien bei O-Beinen ( Gipsverband ) | 13 |
| 1b) Pendelosteotomien bei X-Beinen ( Gipsverband ) | 8 |
| 2. diaphysäre Umstellungsosteotomien | |
| 2a) Diaphysäre Umstellungsosteotomien wegen Außenrotationsfehlstellung nach Fraktur ( A-O Platte ) | 1 |
| 3. supramalleoläre Umstellungsosteotomien | |
| 3a) v-förmige Umstellungsosteotomien bei Varus- und Valgusfehlstellungen nach Frakturen ( A-O Löffelplatte + Gips ) | 5 |
| insgesamt | 173 |

III. Femurosteotomien

1) intertrochantere Femurosteotomien

1a) Derotationsvarisierungsosteotomien ( Fixation mit Becker-Witt Klammer )

Aufgabe aller Bemühungen zur Behandlung der Hüftdysplasie ist die Herstellung einer gesicherten Funktion der Lastübertragung vom Rumpf auf die Beine und umgekehrt. Sie basiert auf Normalisierung der Formverhältnisse der Becken- und Oberschenkelverbindung, die den beim Stehen und bei Bewegung zustande kommenden statischen und dynamischen Beanspruchungen gerecht wird. Die primäre mechanische Bedingung für die Leistungsfähigkeit der Hüfte ist ein einwandfreier Schluß der Gelenkkörper, d.h. Zentrierung der anatomisch einwandfrei geformten Pfanne und des coxalen Femurendes. Dieses Ziel kann einmal durch pfannendachschaffende Eingriffe zum anderen durch Korrekturosteotomien am proximalen Femur erreicht werden. Seit man aber weiß, daß mit ausreichender Zentrierung des Femurkopfes im Wachstumsalter meist auch ein Anreiz für die Formentwicklung der Pfanne in Richtung zum Normalen gegeben ist ( HAGLUND, WIBERG ) haben die Pfannendacheingriffe an Bedeutung verloren und werden jetzt nur noch bei ganz bestimmten Indikationen angewendet.

Trotzdem wurde bei 41 DVO in 16 Fällen nach abgeschlossener Einrenkungsbehandlung eine Frühpfannendachplastik ( 1.-3. Lebensjahr ) nach der Technik von SPITZY, meist kombiniert mit der blutigen Einrenkung, ausgeführt. Dadurch kann weder eine operative Formanpassung der Hüftgelenkspfanne an den Schenkelkopf noch eine Abstützung desselben sondern höchstens ein Anreiz zur natürlichen Formbildung erreicht werden.
HAUBERG und GÜNTZ empfehlen diese Methode, weil sich die Pfannendächer viel rascher und vollkommener zu einer normalen Form entwickeln als umgekehrt.
THOMAS (13) dagegen lehnt die Pfannendachplastik vor dem 2. Lebensjahr ab, weil man der Natur etwas vorwegnehme, was sie durchaus zu leisten noch imstande ist. Die DVO wird dann durchschnittlich 2 Monate später angeschlossen.

MÜLLER stützt seine Diagnose ausschliesslich auf Röntgenbilder und die genaue Vermessung von AT, AC, CE und CCE Winkel.

BERNBECK hält diese spezielle Diagnostik wegen der irregulären Anatomie des kleinkindlichen proximalen Femurendes für unnötig ( 9 ). Eine Hüftaufnahme in Normal- und in Langestellung genügt ihm wie uns völlig zur Orientierung und Indikation. Die Tab. 1 zeigt die Häufigkeit der bei uns diagnostizierten Symptome vor der DVO bei Hüftdysplasie.

| | 38 F. 1-2 J. | 3 F. 3-4 J. |
|---|---|---|
| **Klinisch** | | |
| Asymmetrie der Anal-, Adduktoren-oder Schenkelfalten | 18 | |
| Beinverkürzung | 15 | 1 |
| pos. Trendelenburg | 2 | 3 |
| spätes Gehen, Bewegungsarmut, Nachziehen oder Lahmen | 12 | |
| Abduktionssperre | 25 | 3 |
| **Röntgenologisch** | | |
| kleiner Epiphysenkern | 11 | |
| AC Winkel | $>30^{\circ}$ 22 | $>15^{\circ}$ 3 |
| CCE Winkel | $>145^{\circ}$ 6 | $>135^{\circ}$ 1 |
| Kopfeinstellung I.° | 37 | 3 |
| II.° | 1 | |

Tabelle 1

Bei 25 Patienten ( 22 weiblichen Geschlechts, 3 männlichen Geschlechts ) wurden insgesamt 41 DVO ( 3o im Alter von 1 und 2 Jahren, nur 3 im Alter von 3 und 4 Jahren ) durchgeführt. In 15 Fällen erfolgte der Eingriff doppelseitig, in 11 Fällen einseitig.

MÜLLER sieht im Alter von 4 und 5 Jahren den günstigsten Zeitpunkt für die DVO. Andere Autoren operieren zwischen 3 und 8 Jahren ( LANGENHAGEN ), MAU und IMHÄUSER sogar noch in höherem Alter.

Wir führen wie BERNBECK nach Möglichkeit die Frühosteotomie noch vor dem Laufbeginn, also schon gegen Ende des I. Lebensjahres durch; denn bei der pathologischen Antetorsion versucht der Körper durch natürliche Wiederherstellungskräfte die Schenkelkopfkalotte in normale Einstellung zur Hüftgelenkspfanne zu bringen. Durch verstärktes Wachstum im vorderen Abschnitt der Epiphysenlinie

des Femurkopfes wird die nach vorn herausgedrehte Schenkelkopfkalotte wieder in das Zentrum der Pfanne eingestellt. Wenn die Schenkelkopfkalotte dadurch in eine Repositionsstellung zum Schenkelhals geraten ist, kann auch durch eine DVO keine bessere Einstellung des Schenkelkopfes mehr erreicht werden. Zum anderen konnten MITTELMEIER und JÄGER nachweisen, daß die Antetorsion bei Frühoperationen bis zum 4. LJ. nur eine ganz geringe Rezidivneigung zeigt ( 44 ). Wie BERNBECK und MÜLLER korrigieren wir die Antetorsion vollständig, wenn die klinisch möglichen Innenrotationswerte dies zulassen.

Daß von 41 Fällen nur in 7 Fällen eine pathologische Valgität (s.Tab.1) vorhanden war, steht im Einklang mit den Ergebnissen von HOLLAND (32), der im Gegensatz zu bisherigen Auffassungen bis zum 4. LJ. überwiegend eine pathologische Varität und nur selten eine pathologische Valgität fand. Der durchschnittliche CCE Winkel in unseren Fällen liegt mit 138° gering unter dem Mittelwert von 144° für die beiden ersten Lebensjahre (LANZ). Da nun aus funktionsdynamischen Gründen ( PAUWELS ) zusammen mit der Rückhorizontalisierung der Epiphysenplatte eine Revalgisierung des Schenkelhalses erfolgt, die umso stärker ist, je jünger das Kind und je stärker varisiert wurden, nehmen wir entgegen den Ansichten von IMHÄUSER, LINDEMANN und JENTSCHURA wie BERNBECK eine Überrkorrektur der Valgusstellung - mit wenigen Ausnahmen fast immer auf 110° - vor.

Die schräge intertrochantere Osteotomie nach BERNBECK ermöglicht, daß sowohl die fehlerhafte Verwindung als auch die Steilstellung des Schenkelhalses ohne Beinverkürzung korrigiert werden. Sie hat sich daher im Prinzip als Operationsmethode bei den Hüftdysplasien durchgesetzt. Allerdings ist die Richtungsbestimmung der Osteotomieebene und der genaue Ausgleich der Fehlstellungen schwierig. Außerdem lässt sich eine gute Adaptation der Osteotomiefragmente durch Einkeilen nur beim weichen kindlichen Knochen erreichen. Diesem Problem gehen wir dadurch aus dem Wege, daß das Bein während der Operation in Abduktion und maximaler Innenrotation gehalten und jetzt unter Sicht des Röntgen-Fernsehens unterhalb des Trochanter major durch den Schenkelhals ein Steinmannagel bis ins kleine Becken geschlagen wird.

Anschliessend erfolgt unter Schutz von Elevatorien die intertrochantere Osteotomie mit Entnahme eines Keiles mit der medialen Basis je nach der erwünschten Varisierung. Jetzt erst wird das distale Fragment derotiert. Auf diese Weise wird zwar die Operationstechnik einfacher und die Fehlstellungen lassen sich genauer ausgleichen, doch muß dadurch eine geringe Beinverkürzung in Kauf genommen werden.

Den Änderungen der statischen Verhältnisse begegnen wir durch mediale Versetzung des distalen Fragmentes. Nach PAUWELS und MÜLLER soll man zumindest so weit versetzen, daß der vom Körperschwerpunkt mit etwa 16° Vertikalneigung durch das Kopfzentrum verlaufende resultierende Belastungsvektor in Höhe der Osteotomie lateral der medialen Schaftcorticalis in den Femur einfällt. Zur Sicherstellung einer stabilen Osteotomie medialisiert WITT (69) nicht mehr als 1/3 Schaftbreite an der Osteotomiestelle. Da der Femur in Höhe der intertrochanteren Region einen querovalen und folglich das distale Stück nach der Derotation einen mehr längsovalen Durchmesser zeigt, ist die richtige Verschiebung vielfach dann erreicht, wenn die medialen Knochenkonturen des Femur sich nach der Derotation wieder decken (69). Durch die Medialisierung kommt es a) wegen Vergrösserung des Muskelhebelarmes zu einer verminderten Kopfbeanspruchung b) die durch die Varisierung vermehrte Biegebeanspruchung des Schenkelhalses und c) die Verkürzung von Ursprung und Ansatz der kleinen Glutaen werden weitgehend ausgeglichen. d) Ein Genu varum mit einer Drucküberlastung des tibialen Kondylus wird auf diese Weise ebenfalls vermieden.

Die Fragmentfixation am kindlichen Knochen hat zwei Schwierigkeiten zu berücksichtigen.

a) Apo- und Epiphysenfuge dürfen nicht geschädigt werden.

b) Die Zartheit und Weichheit des Knochens.

Wegen dieser Faktoren lässt sich am Knochen des Kleinkindes (bis 6 Jahre) keine stabile Osteosynthese erreichen. Von der Vielzahl der Methoden sollen die 4 Verfahren genannt werden, die in den letzten Jahren vorwiegend benutzt wurden und die alle eine zusätzliche Gipsfixation benötigen.

1.) Schanz'sche Schrauben

Durch Verwendung von zwei äußeren Spannern soll in Höhe des Osteotomiespaltes eine axial wirkende Kraft von 5o kp erreicht

werden, so daß das Bein bei guter Adaptation der Fragmente bereits nach der Operation ohne Risiko bewegt werden kann. (MÜLLER 1957). Dies steht aber zu der Forderung des Autors im Gegensatz, bei Benutzung von Schanz'schen Schrauben postoperativ stets einen Beckenbeingips anzulegen. Auch die als Vorteil angesehene Nachstellmöglichkeit zeigt deutlich die Schwäche dieser Methode : Die Schrauben fixieren eben schlecht. Der wichtigste Einwand gegen diese Methode ist die Beeinträchtigung der einwandfreien aseptischen Wundheilung mit all seinen Folgeproblemen. Allein aus diesem Grunde sollte die Methode trotz aller Sicherungsvorkehrungen heute als obsolet gelten. Darüber hinaus bietet der frühkindliche Knochen den Schrauben keinen Halt. VIERNHEIM ( 64 ) berichtete über die Erfahrungen von 5o Kliniken bei 8ooo DVO. Von 18 Kliniken haben bereits 1966 wieder 8 wegen Wundheilungsstörungen und Fragmentverschiebungen diese Methode verlassen. Jeder 5. Patient muß mit Störungen rechnen.

2.) Knochenspäne

Zur Anwendung kommt hauptsächlich der lyophilisierte homologe Knochenspan, der von der Trochanterspitze in den peripheren Markraum eingebolzt wird. KRAUSE (36) hat mit dieser Bolzung in 18o Fällen die Fragmente fixiert. Außer einer Eiterung, die eine Spanentfernung notwendig machte, und 2 Spanfrakturen in Höhe des Osteotomiespaltes erzielte er gute Ergebnisse. Er beobachtete allerdings im Gegensatz zu PFEIL (53) eine Woche lang postoperative Temperaturen bis $38^5$ Grad, die er auf eine Fremdkörperreaktion bezog. Neben der mangelnden Torsionsfestigkeit des Spanes ist die schwierige Operationstechnik ein weiterer Nachteil, während eine Zweitoperation zur Metallentfernung entfällt. 99% guten stehen 7% schlechte Ergebnisse gegenüber (64).

3.) Kirschner-Drähte

Sie gewähren bei einfacher Technik eine gute Qualität. Zur Entfernung bedarf es keiner weiteren Operation, allerdings wird diese äußere Fixationsmöglichkeit wegen der Infektionsgefahr von den meisten Kliniken als nicht mehr verantwortbar abgelehnt.

4.) Becker-Witt Klammern

Bei der Original Becker Klammer kam es neben Zackenbruch, Verbiegung an der halsartigen Verschmälerung der Klammer zwischen Zackenursprung und Laschenteil und Abrutschen der Schenkelhälse

im Sinne der Varisierung von den Zacken der Klammer - sie stehen senkrecht zum Laschenteil - auch zu Rotationsfehlstellungen. Daneben ermöglichte sie keine mediale Unterstellung. Die Nachteile wurden bei der modifizierten Becker Klammer nach WITT (69) alle beseitigt. Diese Becker-Witt-Klammer - aus $V_2A$-Stahl und in 5 Grössen erhältlich - wurde bei uns ausschliesslich verwendet. Trotz dieser Abänderungen kommt es am Knochen noch leicht zu Resorptionserscheinungen und später zur Klammerlockerung, was nach den Ausführungen im allgemeinen Teil dieser Arbeit der beste Beweis für eine instabile oder besser Adaptionsosteosynthese ist. Postoperativ wird zusätzlich ein Beckenbeinfußgips in leichter Abduktion und mittlerer Rotationsstellung für durchschnittlich 6 Wochen angelegt. Anschliessend wird das Bein und die Hüfte aktiv beübt. Entlassung findet meist mit dem Schede-Rad statt.

Da die Patienten im Rahmen dieser Arbeit nicht nachuntersucht wurden und auch keine Kontrollen in der Klinik erfolgten, kann nur etwas über das postoperative Ergebnis bis zur Entlassung in ambulante Behandlung aber wenig über das funktionelle Ergebnis ausgesagt werden.

Tabelle 2

| | gut | schlecht |
|---|---|---|
| Kopfzentrierung | 37 | 4 |
| Fragmentstand | 4o | 1 |
| Gehfähigkeit + | 38 | 3 |
| Wundheilung ++ | 36 pp | 5 sek. |

\+ oder Bewegung mit dem Schede-Rad

++ betrifft auch den 2. Eingriff der Klammerentfernung.

Sämtliche Fälle mit schlechter Kopfzentrierung führten zum Rezidiv und mußten deshalb noch einmal derotiert oder varisiert werden. Bei Fall 1 muß die nachlässige postoperative Behandlung durch eine uneinsichtige Mutter dafür verantwortlich gemacht werden. Bei den übrigen 3 Fällen traten bereits beim ersten Eingriff Schwierigkeiten bei der Operation auf. Kapselanteile und Weichteile bildeten trotz blutiger Einrenkung noch ein Repositionshindernis.

Fall 1)

Jörg N., geb.: 9.1o.1965

25.8.66 unblutige Reposition beidseits.

2o.6.67 DVO + Pfannendachplastik links. Nach Übungsbehandlung Reluxation und am

3o.8.67 blutige Reposition und weiter schlechte Kopfzentrierung l

15.8.68 DVO rechts. Wegen starker Antetorsion links erfolgte am

22.8.68 erneute DVO links.

Fall 2)

Martina K., geb.: 16.6.1965

6.4.66 Unblutige Einrenkung links, wegen Reluxation am

16.2.67 blutige Einrenkung und Pfannendachplastik links.

1o.5.67 DVO links. Danach wieder Reluxation des Hüftkopfes u.am

2o.9.67 nochmalige blutige Reposition und gleichzeitige Entfernun der Becker-Witt-Klammer. Auf dem Rö.-Bild vom

7.11.67 ist der Kopf wieder nach lateral und cranial verschoben. Eine tiefe Kopfeinstellung in der Pfanne lässt sich bei fast 9o° Innenrotation des linken Beines erreichen.

16.11.67 Derotationsosteotomie links wegen Antetorsionsrezidiv. Die steile Pfanne hat sich nach wie vor nicht verändert, weshalb am

21.8.68 eine Chiariosteotomie erfolgte. Als Komplikation hat sich im weiteren Verlauf eine Kopfnekrose links eingestellt, die vermutlich weniger zu Lasten der wiederholten Operationen als der dreimaligen erfolglosen Repositionsmannöver geht. Auf den Rö.-Bildern im Jahre 197o hat sich wieder ein scholliger Kopf gebildet, die Beinverkürzung links von 2 cm wurde durch eine Varisierungsosteotomie rechts ausgeglichen.

Fall 3)

Simone S., geb.: 7.7.1963

1o.9.64 blutige Einrenkung und Pfannendachplastik rechts, postoperativ schlechte Kopfzentrierung.

13.11.64 DVO rechts. Nachdem eine Woche später ein Wundabszeß eröffnet wurde, klangen die Temperaturen ab. Am

6.1.65 bei noch nässender Wunde Entfernung der Restfäden.

12.2.65 Entfernung der Becker Klammer; wegen anhaltend schlechter Kopfzentrierung am

1o.6.65 wieder blutige Einrenkung mit Entfernung von Weichteilen und Kapselanteilen aus der Pfanne. Wunde jetzt pp.verheilt. Bei einer Röntgenkontrolluntersuchung im Jahre 1968 erneute Coxa valga subluxans und am

25.4.68 intertrochantere Varisierung von 137° auf 12o° rechts, Fixation mit einer A-O Kinderwinkelplatte. Röntgenkontrolle im Monat Dezember 1968 zeigt eine Plattenlockerung, Osteotomie jedoch knöchern konsolidiert, am

1o.1.69 Plattenentfernung, allerdings hat sich der Schenkelhals wieder aufgerichtet.

Fall 4)

Ute P., geb.: 15.12.1963

Beim einzigen Fall eines postoperativ schlechten Fragmentstandes kam es kurz nach der beidseitigen DVO am

9.12.65 zu einer Osteomyelitis links. Dadurch fand die Klammer im Knochen keinen Halt und löste sich. Der Femurschaft dislozierte nach ventral und proximal.

18.1.66 Ausräumung der Fistel und der eitrigen Granulationsgewebshöhle, dabei zeigte sich an der Osteotomiestelle eine Pseudarthrose, gleichzeitige Klammerentfernung. Nach Abheilung des Infektes wird am

16.3.66 die Pseudarthrose zur Korrigierung der Fehlstellung in einem 1 cm breiten Bereich reseziert, Fixation mit Rush-pin. Weiterer Verlauf bei einer Beinverkürzung von 3 cm komplikationslos.

Primär ist im Fall 4 für die Klammerlösung die Infektion verantwortlich. Sehr wahrscheinlich hat aber die instabile Fixation wesentlich zu ihrer Unterhaltung beigetragen, denn bei einer stabilen Osteosynthese wäre trotz einer Infektion keine Metallentfernung in Frage gekommen, solange die Schrauben noch ein Widerlager im Knochen haben.

Wie die Tab.2 zeigt, war die Gehfähigkeit oder die Bewegung mit dem Schede-Rad in 3 Fällen nach abgeschlossener Behandlung schlecht. Über Fall 2 mit Kopfnekrose links wurde bereits weiter oben berichtet.

Fall 5)

Sabine V., geb.: 27.9.1966

3.3.67 4 Wochen Overhead, anschliessend 6 Wochen Lorenzgips. Bei einer Rö.-Kontrolle am

8.5.67 Reluxation des linken Femurkopfes nach hinten,

12.5.67 unblutige Einrenkung mißlingt.

24.5.67 Blutige Einrenkung und Pfannendachplastik links,

27.9.67 blutige Einrenkung und Pfannendachplastik rechts,

1.12.67 DVO rechts.

24.1.68 DVO links.

8.8. 68 Klammerentfernung bds., danach Kopfnekrose mit Beinverkürzung links um 3 cm. Wegen Temperaturen, erhöhter Blutsenkung und stark linksseitiger Hüftschmerzen wird die Pat. am

16.9.69 erneut stationär aufgenommen. Die diagnostizierte Osteomyelitis heilte unter hohen Dosen von Albiotik aus, so daß die Pat. mit einem Thomassplint nach Hause entlassen werden konnte.

Fall 6)

Ingo H., geb.: 26.9.1966

2o.5.69 Overhead

11.6.69 Blutige Einrenkung und Pfannendachplastik links.

1.8.69 DVO links, am

1.1o.69 wegen mangelnder Überdachung des Femurkopfes Chiariosteotomie links. Dabei wird eine ältere supracondyläre Fraktur mit breitem Resorptionssaum und ungeklärter Ursache festgestellt, die aber im Beckenbeinfußgips folgenlos ausgeheilt ist. Anfang Dez.1969 ist das linke Hüftgelenk trotz intensiver krankengymnastischer Übung fast unbeweglich.

1o.3.7o Klammerentfernung und Narkosebrisement (Beugung 15o°, Streckung o°, Abduktion 16o°, Adduktion 165°, Innen- und Außenrotation aufgehoben ).

Während bei Fall 5 die Kopfnekrose für das schlechte Resultat verantowrtlich ist, zeigt Fall 6, daß auch bei Kleinkindern eine Ruhigstellung im Gipsverband nicht ungefährlich ist.
Die Gelenkversteifung ist unmittelbare Folge der Fixationsmethode. Allerdings wurde hier wegen einer zusätzlichen supracondylären

Fraktur 8 Wochen lang fixiert.

Die in Tab.2 aufgeführten 5 sekundären Wundheilungen betreffen dreimal Wundabszesse, die folgenlos abheilten und zweimal die bei Fall 5 und Fall 4 geschilderten Osteomyelitiden.

Die Tab.3 zeigt die bei 41 DVO aufgetretenen 25 Komplikationen bei insgesamt 11 Patienten. Dabei betreffen - läßt man die Infektionen unberücksichtigt - lediglich 5 Komplikationen die Operations- oder Fixationsmethode.

Tabelle 3

| | Allg. | Op.Meth. |
|---|---|---|
| Rezidive | 4 | |
| Kopfnekrose | 2 | |
| Osteomyelitis | 2 | |
| Wundabszeß | 2 | |
| postoperativ Fieber + | 7 | |
| Pseudarthrose | 1 | |
| Gelenkversteifung | 1 | 1 (F6) |
| Innenrotationsfehlstellung | 1 | 1 (F2) |
| generalisiertes Gipsexzem ++ | 1 | 1 |
| Klammer - Ursache | 4 | 3 |

\+ 1 Woche 38°C und kein Wundfieber, 3 x grippaler Infekt, 1 x Bronchopneumonie, 3 x unbekannte Ursache.

++ Nach insgesamt 9-monatiger Ruhigstellung im Gipsverband.

Die 3 Komplikationen, welche die Fixation betreffen, haben das Operationsergebnis in keiner Weise beeinflußt.
Sie zeigen aber bei der instabilen Fixation mit Becker Klammern die wichtige Funktion des zusätzlichen Gipsverbandes. Abb.11a) zeigt, daß das proximale Fragment nach der Operation von der Becker Klammer schlecht gefasst wird. Durch die mangelnde Stabilität kommt es zu Resorptionssäumen und zur Klammerlösung wie die Abb.11b)ein Jahr später deutlich macht. Die Osteotomie war knöchern durchbaut, bei der Klammerentfernung wurde ihre Lösung aus dem Trochantermassiv operativ bestätigt. In einem weiteren Fall ( Abb.12 ) ist es aus demselben Grund 4 Monate post operationem unter dem distalen Klammerende zu einer Auf-

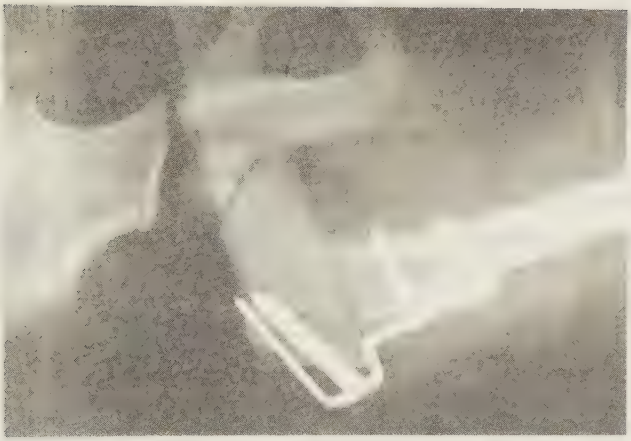


Abb. 11a -Rö.-Bild Andrea v.L. vom 27.9.67

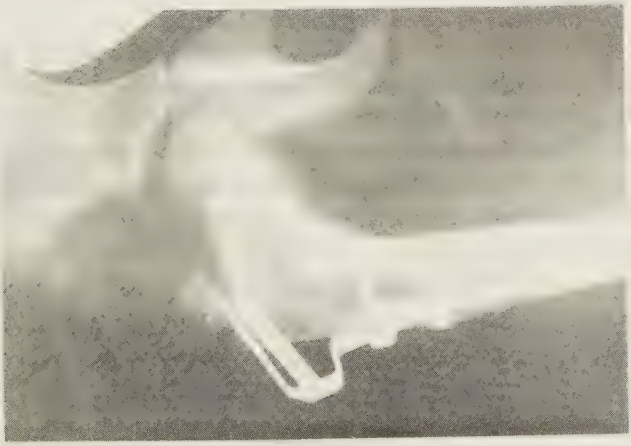


Abb. 11b -Rö.-Bild Andrea v.L. vom 4.9.68

hellung der lateralen Corticalis gekommen. Die Osteotomie war erst nach 8 1/2 Monaten knöchern konsolidiert. Im 3. Fall kam es zu einer folgenlosen Abhebung einer medialen Corticalislamelle durch die zwei Fixierungsschrauben. Alle 3 genannten Fälle gehen zu Lasten der Operationstechnik. Somit stellt lediglich die Gelenkversteifung von Fall 6 eine echte Fixationskomplikation dar. Das sind zusammen 2,4% schlechte Ergebnisse, während in der Literatur bei der Fixation mit Becker Klammern 6% angegeben sind ( 17 ). Daß es in keinem Falle trotz instabiler Osteosynthese zu einer Pseudarthrose kam, unterstreicht die Tatsache, daß ihre Entstehung im Wachstumsalter selten ist ( WITT, WALCHER, SCHULTZ (49)).

1b) Varisierungsosteotomie bei Coxa valga subluxans
( Fixation mit AO-Kinderplatte sowie AO-Erwachsenenplatte )

Dieser Eingriff wurde in 13 Fällen, sechsmal doppelseitig und einmal einseitig, bei insgesamt 8 Patienten ( 1 x männlich, 8 x weiblich ) ausgeführt, die entweder zu spät zur Behandlung kamen oder bei denen trotz konservativer oder operativer Frühbehandlung kein ausreichender Gelenkverschluß zu erreichen war. 5 Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation zwischen 5 und 9 Jahren, 1 Patient 10 Jahre und 2 weitere Patienten über 15 Jahre alt.

Wie im vorhergehenden Kapitel ausgeführt wurde, steht die Schenkelkopfkalotte in diesem Alter bereits in einer Repositionsstellung zum Schenkelhals, so daß durch eine Detorsion keine bessere Einstellung des Hüftkopfes in der Pfanne erreicht werden kann. Wird trotzdem eine Antetorsionskorrektur vorgenommen, so ist ein Auswärtssetzen der Füße, der sogenannte Entenwatschelgang die Folge ( THOMAS (62) ).

Ausserdem konnten MITTELMEIER und JÄGER nachweisen, daß eine Beseitigung der pathologischen Antetorsion ohne wesentliche Rezidivneigung nur bis zum 4. Lebensjahr möglich ist ( 44 ), weshalb wir in diesem Alter bei Coxa valga subluxans nur varisieren. Dadurch kann zwar ein pathologischer Dauerdruck beseitigt, im allgemeinen aber keine befriedigende Pfannendachentwicklung nachgeholt werden, da ausreichend starke Wachstumspotenzen in der Pfannenerkerregion nach SCHNEIDER und CIGALA nur bis zum Alter von 6 Jahren ( 57 ) nach anderen Autoren bis

zum 8. Lebensjahr vorhanden sind ( 58 ).

Bezüglich der Operationsindikation gilt wie bei den DVO, daß keine allzu starken Deformierungen vorhanden sind und daß bei Abduktion eine bessere Kopfeinstellung erreicht werden kann. Die wesentliche Diagnostik und ihre Häufigkeit bei 13 operierten Fällen ist aus Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4

| | Anzahl der Fälle |
|---|---|
| Asymmetrie der Anal-, Adduktoren- oder Schenkelfalte | 3 |
| Beinverkürzung | 4 |
| pos. Trendelenburg | 1 |
| Ermüdbarkeit des Beines | 3 |
| Abduktions- u. Außenrotationssperre | 2 |
| Hüftschmerzen | 5 |
| kleiner Epiphysenkern | 3 |
| AC Winkel>15° | 1 |
| CCE Winkel>135° | 13 |
| AT Winkel > 25° | 2 |

In sämtlichen Fällen nahmen wir die Varisierung vor der Verknöcherung der proximalen Femurepiphyse im 17. Lebensjahr vor. ( 5 ). Im Gegensatz zum kalksalzarmen frühkindlichen Knochen kann in diesem Alter bereits eine stabile Druckosteosynthese mit der A-O Winkelplatte durchgeführt werden. Die Rechtwinkelplatte wird als reine Zuggurtungsplatte mit einem Winkel von 87° verwendet, der sich bei einer Vorspannung von ca. 100 kp auf 90° öffnet und damit eine genügende interfragmentäre Kompression bewirkt ( MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER ( 46 ) ). Der u-förmige Klingenteil ist bei der Kinderplatte um 3 cm kürzer als bei der Erwachsenenplatte. Sie verhindert damit eine Epiphysenschädigung. Die Vorteile und Grundlagen der Druckosteosynthese sind im allgemeinen Teil ausführlich geschildert.

Die Operation erfolgt in typischer Weise.
Lagerung auf dem Marquet-Tisch in Abduktion und leichter Innenrotation. Nach Darstellung des proximalen Femurendes wird unter Sicht des Röntgen-Fernsehens der Klingenvorschlag in den Schen-

kelhals eingetrieben. 1 cm distal davon Schrägosteotomie in Schenkelhalsrichtung, dann Querosteotomie und Herausnahme eines Keiles mit medialer Basis entsprechend den Röntgenpausen. Medialverschiebung und Fixation der Winkelplatte unter Druck nach der A-O Technik.

Der durchschnittliche CCE Winkel betrug praeoperativ 142°. Varisiert wurde in 6 Fällen auf 100°, in 5 Fällen auf 110°, in je 1 Fall auf 120° und 90°. Nach einer Liegedauer von 5 Wochen wurde mit Teilbelastung begonnen.

Bei den Operationen traten keinerlei Schwierigkeiten auf. Die Ergebnisse bezüglich Kopfzentrierung ( außer Fall 8 ), Fragmentstand und Wundheilung waren ausgezeichnet. Lediglich bei 1 Pat. traten beidseits Wundhaematome auf, die sich folgenlos resorbierten. Eine Pseudarthrose und eine Plattenlockerung im Fall 7 bzw. Fall 8 waren die einzigen Fixationskomplikationen.

Fall 7)

Renate Fl., geb.: 29.11.1951

21.1.69 Varisierung von 140° auf 100° rechts.

18.2.69 Wegen steiler, flacher Pfanne und Subluxation Chiariosteotomie links.

10.9.69 stat. Aufnahme wegen Hüft- und Oberschenkelschmerzen rechts. Das Rö.-Bild zeigte eine Pseudarthrose.

11.9.69 Bei leichter Valgisierung erneute Verplattung mit einer 90° Kondylenplatte, Resektion der Pseudarthrosendeckel und nach 5 Wochen bei guter Gehfähigkeit an 2 Unterarmgehstützen Entlassung nach Hause.

Da bei der Operation nur eine schlechte Adaptation der Fragmente - der Osteotomiespalt klafft medial um 4 mm - erreicht wurde und die Pat. schon nach 5 Wochen voll belastete, ist das Ergebnis nicht verwunderlich. Es sind weder die für die primäre Knochenheilung so entscheidende Druckosteosynthese noch die stabile Osteosynthese verwirklicht. Da bei Belastung der klaffende Osteotomiespalt noch nicht knöchern überbrückt ist, müssen die statischen und dynamischen Kräfte von ca. 360 kp von der Winkelplatte aufgenommen werden ( FISCHER, PAUWELS ). Dieser enormen Beanspruchung hält sie

cht stand, es kommt zu Bewegungen im Osteotomiespalt mit
sultierender Pseudarthrose.

11 ♂

mone S., geb.: 7.7.1963
.9.64 blutige Einrenkung und Pfannendachplastik rechts wegen Hüftdysplasie, keine befriedigende Kopfzentrierung.
.11.64 DVO,
.11.64 postoperative Temperaturen klingen nach Eröffnung eines Wundabszeßes ab, am
1. 65 Entfernung von Restfäden bei noch nässender Wunde.
.2.65 Entfernung der Becker-Klammer.
.6.65 Wegen Reluxation erneute blutige Einrenkung.
.4.68 Wegen Coxa valga subluxans intertrochantere Varisierungsosteotomie mit A-O Kinderwinkelplatte. Das Rö.-Bild im
z. 68 zeigt eine Plattenlockerung.
.1.69 Nach Plattenentfernung wiederum Steilstellung des Schenkelhalses.

e beiden schlechten Ergebnisse von Fall 7) und Fall 8) gehen zu
sten der Operationstechnik nicht aber der Fixierungsmethode
lbst.

1anderen Pat. fand sich bei der Plattenentfernung 2o Monate
n der Erstoperation eine makroskopisch auffallende Metallose.
kroskopisch sieht man in einem straffen kollagenen Bindegewebe
lreiche bräunlich-schollige ( extrazelluläre ) und feinkörnige
ntrazelluläre ) Einlagerungen, die bei der Berliner-Blau-Reaktion
ark positiv ausfallen ( Abb. 13 ). Die Verwendung von A-O Winkelatten, das kurze Zeitintervall und vor allem die Grösse der tallpartikel sprechen allerdings dagegen, daß diese Metallose rch Plattenkorrosion hervorgerufen wurde. Vermutlich sind die tallsplitter durch mechanische Gewalt beim Einschlag der Winkelätte entstanden.

) Valgisierungsosteotomie bei Epiphysiolysis capitis femoris
( Fixation mit A-O Kinderwinkelplatte )
e pathologischen Veränderungen bei diesem Krankheitsbild
elen sich am Epiphysenknorpel ab. Die Knorpelfuge wird breit,

fibrös umgewandelt und erscheint im Röntgenbild unregelmässig und aufgelockert ( HARRIS (26) ), ( CHAPCHAL (17) ). Die Veränderungen am Schenkelhals und am Hüftkopf sind sekundärer Natur. Pathogenetisch steht eine hormonelle Dysregulation im Vordergrund- ( RUTHER (54), MATTHIAS (42,43) ), da das Manifestationsalter ziemlich genau dem zeitlichen Auftreten der Pubertät entspricht. Dem Verhältnis der gonadotropen Hormone zum somatotropen Hormon und ihrer Einwirkung auf die Wachstumszone scheint dabei eine große Bedeutung zuzukommen. ( RUTHER (54) ).

Ziel unserer Bemühungen ist eine Frühdiagnose zu einem Zeitpunkt wo nur eine Auflockerung der Epiphysenfuge ohne bzw. geringe Dislokation der Kopfkappe besteht. Die Behandlung muß ein weiteres Abrutschen der Kopfkappe verhindern und eine schon eingetretene Deformität korrigieren und die dadurch entstandene Funktionsstörung beseitigen ( HOFMEISTER (29) ).

Im Lockerungsstadium nach IMHÄUSER oder bei einer leichten Kippung der Kopfkappe bis ca. $30^{\circ}$ fixieren wir diese mit einem Dreilamellennagel nach SMITH/PETERSEN. Eine Reposition mit anschliessender Fixation ist wegen der Gefahr von Kopfnekrosen nur bei einer akuten Epiphysiolyse, die wenige Tage alt ist, indiziert. Bei der Epiphysiolysis lenta mit einer Kippung von mehr als $30^{\circ}$ führen wir zur Vermeidung einer frühzeitigen Arthrose die Operation nach IMHÄUSER-WEBER durch (33). Dabei wird die Kopfkappe mit zwei ventrolateral vom Schenkelhals eingeführten Spongiosaschrauben fixiert und die Außenrotations-Flexions- und Abduktionsfehlstellung (n.IMHÄUSER disloziert die Kopfkappe in 87 % nach hinten unten ) durch eine intertrochantere Osteotomie mit Entnahme eines Knochenkeiles mit ventro-lateraler Basis beseitigt

In beiden Fällen wurden die Osteotomiefragmente mit einer A-O Kinderwinkelplatte fixiert, während Fall 9) ohne Komplikationen verlief, kam es im Fall 1o) zu einem Plattenbruch.

Fall 9)

Cornelia L., geb.: 11.1.1954

Wegen schiefen Gehens und Dickerwerden der rechten Hüfte erfolgt stationäre Aufnahme. Beinverkürzung rechts umd 2,5 cm, Abduktion bei 17o°, Adduktion bei 165°, Flexion bei 1oo° schmerzhaft eingeschränkt. Das rechte Bein steht 3o° außenrotiert. Das Röntgenbild zeigt die typischen Veränderungen. Am

1.2.68 Operation nach IMHÄUSER und WEBER. Valgisierung von 1oo° auf 155°. Bei guter Gehfähigkeit mit 2 Unterarmgehstützen kann die Pat. am

21.3.68 aus stat. Behandlung entlassen werden. Am

11.3.7o werden die Spongiosaschrauben und die Winkelplatte entfernt. Die Beinverkürzung beträgt jetzt nur noch 1,5 cm.

Fall 1o)

Jörg P., geb.: 18.6.1955

19.11.68 stat. Aufnahme wegen rechtsseitiger Hüftschmerzen seit 6 Monaten. Der Patient nahm deshalb nicht mehr am Turnunterricht teil. Das rechte Bein war um 2 cm verkürzt und 2o° außenrotiert. Alle Bewegungen waren schmerzhaft, Flexion 1oo°, Abduktion 35°, Adduktion 2o°, Außenrotation 6o°, Innenrotation 2o°. Auf den Röntgenbildern wurde ein Aokippen der Kopfkappe nach hinten unten festgestellt.

27.11.68 Operation nach IMHÄUSER-WEBER mit lateral-ventraler Keilbasis und Fixation der Osteotomie mit einer A-O Kinderwinkelplatte ( 35 mm, 9o° ). Valgisierung von 9o auf 115°.

18.12.68 Auf dem Rö.-Bild ist kein Callus zu sehen.

14.1.69 Prophylaktische Schenkelhalsnagelung links, das Rö.-Bild zeigt rechts noch keine Durchbauung. Am

31.1.69 wird der Pat. mit der Auflage entlassen, während der nächsten 3 Wochen das rechte Bein nur teilzubelasten. Seit dieser Zeit wurde seine Gehfähigkeit immer schlechter.

14.8.69 Zur Klärung der rechtsseitigen Hüftschmerzen erfolgt stat. Einweisung. Das Rö.-Bild zeigt eine Pseudarthrose und Plattenbruch 1 cm klingenwärts.

2.9.69 Entfernung der gebrochenen Platte und Ersatz durch eine neue A-O Kinderwinkelplatte.

18.9.69 Entlassung mit der Anweisung, nicht vor der 6. postoperativen Woche mit Teilbelastung zu beginnen.

Die Ursache des Plattenbruches lässt sich hier weder auf mangelnde Stabilisierungsfähigkeit der Platte noch auf einen Materialfehler sondern vielmehr auf ein operationstechnisches Problem zurückführen. Bei der Operation ist es nach Entfernung des Klingenvorschlages nur sehr schwer gelungen, das Vorschlagloch desselben wieder aufzufinden. Wiederholte Einführungsversuche und die breite Konstruktion der Klinge haben zu einer weitgehenden Zerstörung der Schenkelhalsspongiosa geführt. Dadurch konnte keine primäre Stabilität erreicht werden. Dies bedingt wiederum eine verzögerte Knochenheilung mit vermehrter Biegebeanspruchung der Klinge, Überschreitung der Elastizitätsgrenze des Stahles und damit eine Verbiegung der Klinge. Schliesslich kam es zum Dauerbruch wie er im allgemeinen Teil ausführlich beschrieben wurde. Erschwerend wirkte die Tatsache, daß bei dem stark übergewichtigen Patienten ( Körpergewicht 68 kg bei einer Größe von 158 cm ) trotz fehlender Konsolidierung 8 Wochen nach der Operation teilbelastet wurde. Auf dem Rö.-Bild vom 18.12.68 ( Abb. 14a ) lassen sich 3 Wochen nach der Operation an der Eintrittsfläche der Winkelplatte in den Trochanter major lakunäre Resorptionszonen und längs der Klinge feine Resorptionsbanden bei schon sichtbarer Klingenverbiegung nachweisen. Da der Winkel zwischen Schaft und Klinge kurz nach der Operation 90° betrug, ist diese Verbiegung nicht auf eine schlechte Zuggurtung mit der 87° Winkelplatte zurückzuführen. In stärkerer Ausprägung mit einer diffusen Knochenatrophie im Bereich des rechten Acetabulums und des dargestellten Femuranteiles ist dies auf den Rö.-Aufnahmen vom 30.1.69 zu sehen ( Abb. 14b ).
Den Klingenbruch und die Pseudarthrose schliesslich zeigt die Aufnahme vom 15.8.69 (Abb. 14c ).

1d) Varisierende Adduktions- und Abduktionsosteotomien nach PAUWELS bei Coxarthrose
( Fixation mit A-O Winkelplatten )

Die Coxarthrose ist eine degenerative Erkrankung des Hüftgelenkes. Infolge einer Störung des physiologischen Gleichgewichtes zwischen der Resistenz des Knorpels und Knochengewebes der Gelenkanteile einerseits und der Grösse des Gelenkdruckes an -

Abb. 12 - RÖ.-Bild Peter Qu. vom 31.1.66

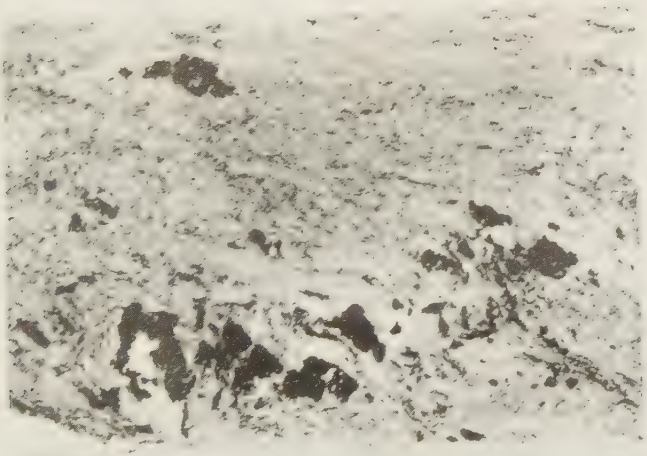


Abb. 13 - Gertrud H. BG-Metallose.
Berliner-Blau-Färbung. 50-fache Vergrößerung.

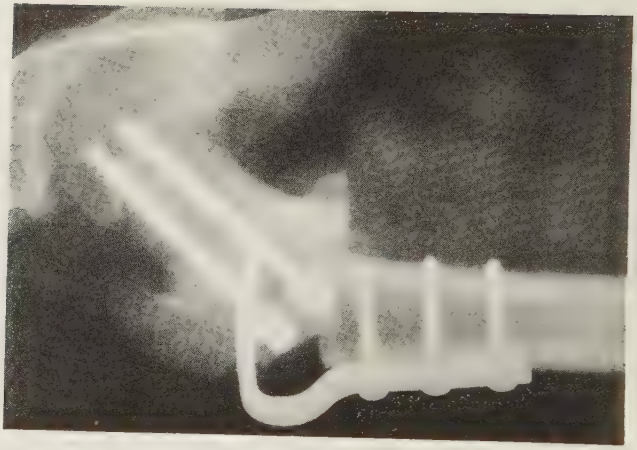


Abb. 14a - Rö.-Bild Jörg P. vom 18.12.68

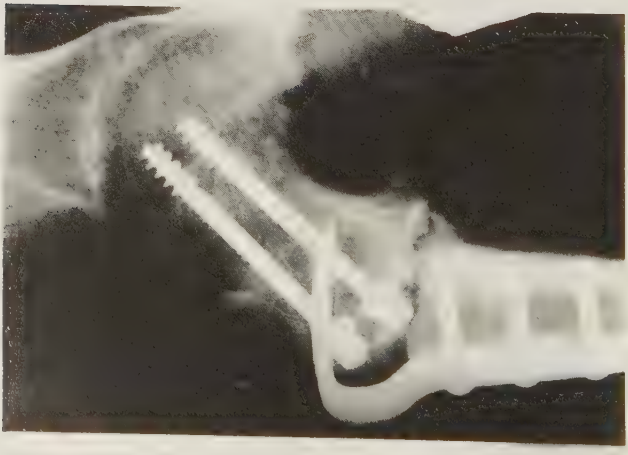


Abb. 14b - Rö.-Bild Jörg P. vom 1o.1.69

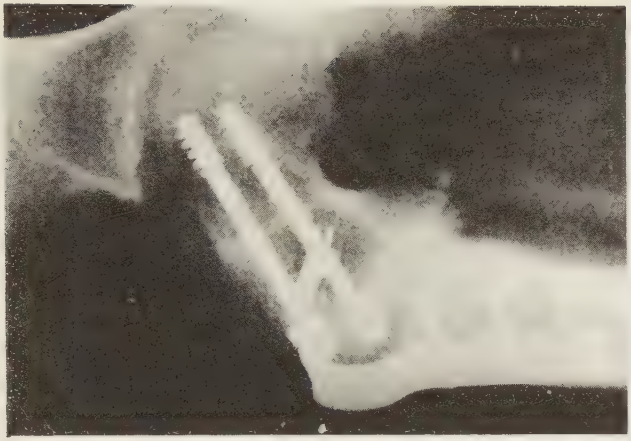


Abb. 14c - Rö.-Bild Jörg P. vom 15.8.69

dererseits kommt es zu einer Knorpelläsion. Der Knorpel verliert seine Glätte und Elastizität, er fasert sich auf. Die veränderten und verstärkten Belastungen haben sekundär produktive Reaktionen des Knochens zur Folge: Unter der lädierten Knorpelschicht eine Sklerosierung, am Rande der Gelenkflächen Wachstum von Osteophyten- vom Periost gebildete entzündliche Knochenneubildung - in Form von Randwülsten und Randzacken.

Eine Störung des physiologischen Gleichgewichtes zwischen Gewebsresistenz und der Grösse des Gelenkdruckes kann sowohl von Seiten der biologischen als auch mechanischen Komponente bedingt sein. In unseren Fällen sind meist beide beteiligt, wobei jedoch der pathologische Gelenkdruck infolge Inkongruenz der Gelenkflächen die ausschlaggebende Rolle spielt. In den Überlastungszonen findet ein überstürzter Umbau statt. Über die Osteosklerose kommt es zu dysplastischen Veränderungen. Es bilden sich fibröse und faserknorpelige Bezirke und Pseudozysten. Die Entlastungszonen dagegen sind durch produktive Vorgänge gekennzeichnet, welche zur Ausbildung der Osteophyten führen.
Eine causale Therapie der Coxarthrose muß das physiologische Gleichgewicht zwischen der Resistenz der Gewebe und der Grösse des Gelenkdruckes wieder herstellen. Das kann

a) entweder durch Verbesserung der biologischen Komponente
oder
b) durch Verkleinerung der mechanischen Komponente erzielt werden. Da jedoch die Gewebsresistenz gebessert (NISSEN) aber nie über den physiologischen Wert hinaus an eine pathologische Grösse des Gelenkdruckes angepasst werden kann, spielt die letztere in unserer Therapie die entscheidende Rolle.

Unter Gelenkdruck verstehen wir Druckbeanspruchung des Gelenkes, die durch die Grösse der einwirkenden Kraft auf eine Flächeneinheit definiert ist ( kp/ $cm^2$ ). Für die Grösse der Gelenkbeanspruchung ist also die Tragfläche des Gelenkes von ausschlaggebender Bedeutung wie an einem praktischen Beispiel, dem Blei - stiftabsatz der Damenschuhe mit seiner verheerenden Wirkung auf dem Bodenbelag veranschaulicht werden kann.

Abb. 4: a) Der Einfluß der Verkleinerung der Absatzfläche auf die Größe des Bodendrucks. b) und c) Die Verkleinerung der Tragfläche bei Subluxation des Hüftgelenkes.

Abb. 15 ( nach PAUWELS )

Zur Reduzierung des Gelenkdruckes stehen 2 Möglichkeiten zur Verfügung. 1) Die Verkleinerung der auf das Gelenk wirkenden Kraft und 2) Vergrösserung der Gelenkfläche, auf welche die Kraft übertragen wird.
Die Verkleinerung der einwirkenden Kraft wird mit der Voss'schen Hängehüfte erreicht. Dabei wird der muskuläre Dauerdruck durch Tenotomie der Abduktoren und der Adduktoren vermindert.

AUWELS tenotomiert zusätzlich noch den Ileopsoas, da dieser den uskulären Dauerdruck besonders stark erhöht. Diese Operation ist ber nur erfolgreich, solange die Gelenkflächen kongruent sind ENDLER, CASSUCCIO ). Der pathologische Gelenkdruck bei nkongruenten Gelenkflächen kann nicht mehr kompensiert werden. ie Indikation dieser Operation ist deshalb heute weitgehend zu- unsten der intertrochanteren varisierenden oder valgisierenden steotomien eingeschränkt, die die Vergrösserung des tragenden elenkanteiles zum Ziele hat.

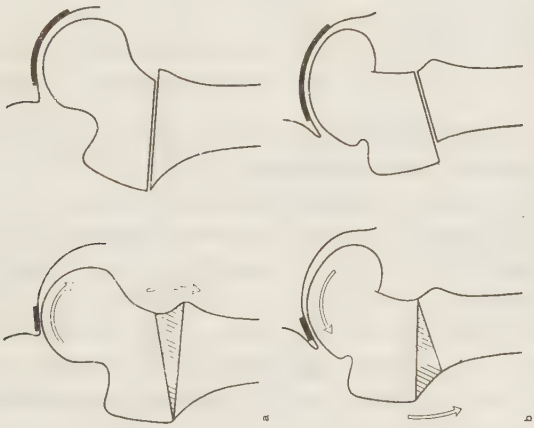


Abb. 14: a) Vergrößerung der Tragfläche durch Einwärtsdrehung des Schenkelkopfes in der Pfanne. b) Vergrößerung der Tragfläche durch Auswärtsdrehung des Schenkelkopfes in der Pfanne.

Abb. 16 ( nach PAUWELS )

b dies durch eine varisierende oder durch eine valgisierende steotomie möglich ist, muß anhand der praeoperativen Rö.-Bilder ntschieden werden. Zur Orientierung wird zunächst eine Über- chtsaufnahme beider Hüftgelenke angefertigt, anschliessend eine der je nach Bedarf mehrere Einzelaufnahmen des kranken Hüftge- enkes und zwar bei innenrotiertem Bein jeweils in maximaler bduktion oder Adduktion. Auf diesen Bildern wird die notwendige orrektur des CCE-Winkels ermittelt und auf den Röntgenpausen eichnerisch festgehalten.

urch die varisierende Adduktionsosteotomie lässt sich erreichen, daß der muskuläre Dauerdruck reduziert wird. Der Trochanter major

und der Trochanter minor treten höher, wodurch die Abduktoren und der Ileopsoas entspannt werden. Will mann alle drei für den Gelenkdruck maßgebenden Muskelgruppen entspannen, müssen zusätzlich noch die Adduktoren tenotomiert werden,
b) der statisch intermittierende Druck verkleinert wird, weil durch das seitliche Abrücken des Trochanter major der Hebelarm der Hüftabduktoren verlängert wird,
c) der tragende Gelenkanteil vergrössert wird.

Zusätzlich wirkt eine Osteotomie am coxalen Femurende verbessernd auf die biologische Komponente. Zusammen bewirken diese Faktoren eine bessere Belastungs- und Gehfähigkeit und vor allem die für den Pat. so wichtige Schmerzfreiheit. Daneben gehen in den meisten Fällen die degenerativen Prozesse ganz oder teilweise zurück.

Während der Operation muß bei Entnahme des intertrochanteren Keiles mit medialer Basis streng darauf geachtet werden, daß die distale Osteotomiefläche nicht schräg sondern senkrecht zur Femurschaftachse gelegt wird. Dadurch kommt es bei der Fragmentkompression nicht zu Schrägkräften und damit zu Pseudarthrosengefahr. Zudem besteht auch nach einer evtl. notwendigen Rotationskorrektur des distalen Fragmentes voller Kontakt der Osteotomieflächen. Vor der Fixation wird das distale Fragment nach medial unterstellt. Die Gründe dafür wurden bereits in einem früheren Kapitel eingehend besprochen.

Die Fixation der Osteotomiefragmente erfolgte bei 66 Varisierungsosteotomien und 2 Valgisierungsosteotomien mit der bewegungsstabilen Osteosynthese wiederum nach dem Zuggurtungsprinzip mit A-O-Winkelplatten. In 4 Fällen wurde mit der Bosworth-Platte und zusätzlichem Beckenbeinfußgipsverband für 6 Wochen fixiert. Die Alters- und Geschlechtsverteilung ist aus Tab. 5 ersichtlich.

| Alter | bis 39 | 40-49 | 50-59 | über 60 J. | Fälle insges. |
|---|---|---|---|---|---|
| ♂ | 4 | 1 | 3 | 6 | 14 |
| ♀ | (14+) 10 | 14 | 17 | 13 | (58+) 54 |
| Fälle insges. | (18+) 14 | 15 | 20 | 19 | (72+) 68 |

\+ Fix. (Bosworth-Platte)

Tabelle 5

Diese 7o Varisierungsosteotomien und 2 Valgisierungsosteotomien wurden in 12 Fällen doppelseitig und in 48 Fällen einseitig bei insgesamt 6o Patienten durchgeführt. In ca. 1/3 ( 24 ) der Fälle war eine Hüftdysplasie die Ursache der Coxarthrose.

Die Tab. 6 zeigt die Häufigkeit der röntgenologischen und klinischen Symptome praeoperativ und bei letzteren ihre Besserung bei Entlassung in ambulante Behandlung nach durchschnittlich 5 Wochen post operationem.

Tabelle 6

| | Fallzahlen | |
|---|---|---|
| | vor Op. | Besserung |
| Pfannendachsklerosierung | 39 | |
| Pseudozysten im Hüftkopf | 32 | |
| Pseudozysten im Pfannendach | 25 | |
| Gelenkspaltverschmälerung | 43 | |
| Schmerzen | 66 | 52 |
| Gehfähigkeit + | 52 | 44 |
| Belastbarkeit ++ | 18 | 15 |
| pos. Trendelenburg | 14 | 5 |

\+ Einschränkung besonders beim Treppensteigen
++Einschränkung beim Stehen auf einem Bein.

Weiter waren praeoperativ die Innenrotation im Durchschnitt auf 1o° - gemessen bei rechtwinklig gebeugtem Hüft- und Kniegelenk, Unterschenkel-Hebelarm - und die Abduktion im Durchschnitt auf 45o° - gemessen bei gestrecktem Hüft- und Kniegelenk - vermindert, während der durchschnittliche CCE Winkel von 135° um ca. 1o° über dem in der Literatur angegebenen reellen CCE Winkel lag (v. LANZ ).

Bei 41 Fällen wurde auf 11o°, in 26 Fällen auf 1oo°, in 2 Fällen auf 12o° und in 1 Fall auf 9o° varisiert, der Winkel des Varisierungskeiles betrug durchschnittlich 25°.

Die aufgetretenen Komplikationen bei 72 intertrochanteren Varisierungsosteotomien und 2 Valgisierungsosteotomien zeigen die Tabelle 7.

Tabelle 7

| | Allg.K. |
|---|---|
| Beinvenenthrombose | 1o |
| Lungeninfarkt | 4 |
| sekundäre Wundheilung | 6 |
| | **Spez.K.** |
| Metallose | 2 |
| Operationstechnik | 1o |
| Pseudarthrose | 5 |
| Plattenbruch | 2 |

Die unter Metallose und Operationstechnik summierten Komplikationen blieben bis auf Fall 12 für den Patienten ohne Folgen.
Zweimal kam es bei der proximalen Osteotomie unter Verwendung eines Meißels zur Absprengung einer Knochenlamelle aus der medialen Schenkelhalscorticalis, wobei zusätzlich in einem Fall eine starke Kapselblutung auftrat. In einem weiteren Fall kam es beim Bohren eines Schraubenloches zu einer starken arteriellen Blutung. Zweimal war die Klinge im Schenkelhals so schlecht zentriert - sie lief direkt an der dorsalen Corticalis entlang - daß bei der einen Patientin das Wiederauflegen auf den Operationstisch und das Einsetzen einer neuen Klinge notwendig wurde. Während es im Falle einer Osteoporose bei der Druckverschraubung zu einem Herausrutschen der Klinge ( Winkelplatte 11o° aus dem Schenkelhals und trotz erneuter sorgfältiger Osteosynthese später zu einer Valgusfehlstellung des Femur kam, ließ sich in einem anderen Falle bei medial klaffendem Osteotomiespalt die Klinge nicht mehr entfernen. Es wurde deshalb nachträglich an der lateralen Femurschaftseite ein 4 mm starker Keil herausgesägt, um noch eine gute Adaptation der Fragmente zu erreichen.

Beim Eintreiben des Klingenvorschlages wurde je eine mediale und eine laterale Schenkelhalsfraktur gesetzt. Während letztere mit der Winkelplatte gut gefaßt werden konnte, traten im Fall 2 weitere Komplikationen auf.

Die geschilderten Komplikationen zeigen die im Vergleich zur optimalen Stabilität geringen Nachteile mit der Fixation mit der A-O Winkelplatte. Einerseits kann es beim Vorschlag für die breite und u-förmige Klinge zur Schenkelhalsfraktur kommen, andererseits ist bei der einteiligen Winkelplatte eine nachträgliche Korrektur zur besseren Adaptation schwer möglich.

Fall 12)

Ursula Sch., geb.: 4.3.1912

31.3.66 Varisierungsosteotomie links.
Nachdem der Klingenvorschlag in axialer und in a-p Richtung gut sitzt, wird 1 cm unterhalb des Einschlages wie üblich keilförmig osteotomiert. Bei der Herausnahme des Keiles mit einer medialen Basis von 2 cm schwemmt Gelenkflüssigkeit aus dem damit eröffneten Hüftgelenk heraus. Nach Einsetzen der Platte ($110^{\circ}$), (75 mm), wird bei der Rö.-Fernsehkontrolle eine mediale Schenkelhalsfraktur entdeckt. Trotzdem wird die Winkelplatte unter Druck verschraubt. Es zeigt sich aber, daß der Oberschenkelkopf nicht ausreichend gefasst wurde.
Daraufhin wird die Platte entfernt und über einem vorgebohrten Kirschnerdraht ein 11,5 cm langer Thornten-Nagel in den Schenkelhals eingetrieben, der sich aber als zu lang erweist und durch einen 10,5 cm langen Nagel ausgetauscht wird. Um einen guten Sitz der Mc Laughlin-Lasche zu erreichen, muß abschliessend distal von der Osteotomiestelle am Oberschenkelschaft ein kleiner Knochenkeil weggenommen werden. Am

5.5.66 volle Belastung und am

21.5.66 bei guter Gehfähigkeit Entlassung nach Hause.
Da nach längerem Gehen Schmerzen in der linken Hüfte auftraten, wird die Pat. am

14.9.66 wieder stat. aufgenommen. Das Rö.-Bild zeigt eine Lösung der Schraubenverbindung zwischen Lasche und Nagel. Da sich die Lasche gegen den Nagel bewegen lässt, ist die Osteotomie noch nicht knöchern konsolidiert. Es wird deshalb am

15.9.66 die in den Weichteilen liegende Schraube wieder eingedreht. Am

19.7.67 Metallentfernung. Wegen zunehmenden Schmerzen, die anders als früher seien, wird die Pat. am

23.11.67 erneut stationär aufgenommen. Die Rö.-Kontrolle einen Tag darauf zeigt eine Pseudarthrose an der Osteotomiestelle.
Da die Schenkelhalsfraktur inzwischen geheilt ist, wird am

28.11.67 eine A-O Winkelplatte ( $110^{\circ}$, 75 mm ) - die Klinge kann von Hand leicht in den Schenkelhals geschoben werden - unter Druck eingesetzt. Anlässlich einer Rö.-Untersuchung

bei der BfA wegen Kreuz- und Leistenschmerzen wird ein Plattenbruch diagnostiziert. Bei noch nicht vollständig durchbautem Osteotomiespalt wird die gebrochene Winkelplatte am

21.3.68 durch eine neue Platte ersetzt (11o°, 75 mm). Seitdem is die Pat. beim Laufen beschwerdefrei.

Die künstlich gesetzte mediale Schenkelhalsfraktur kann wegen der v-förmigen Frakturlinie mit der Spitze in Richtung Schenkelkopf (Rö.-Bild v.31.3.66) schlecht in das Schema von PAUWELS eingereiht werden. Da die craniale Frakturlinie mit der Horizontalen aber einen kleinen Winkel bildet, ist die mechanische Konstellation für die Frakturheilung günstig; denn die schädigenden Scherkräfte sind gegenüber der fördernden Druckbeanspruchung klein (PAUWELS (5o) ). Verliefe die Frakturlinie in einem großen Winkel oder gar senkrecht zur Horizontalen wäre eine Heilung der Schenkelhalsfrakt bei gleichzeitiger Varisierung kaum möglich. Eine Winkelplatte in der hier notwendigen Klingenlänge zur Erfassung des Femurkopfes la nicht vor. Es wurde daher ein 1o,5 cm langer Thornton-Nagel mit einer Mc Laughlin-Lasche verwendet. Die Abb. 17a zeigt das Rö.-Bil 2 1/2 Wochen nach der Operation.

Diese Konstruktion erlaubt zwar eine stabile Osteosynthese der Schenkelhalsfraktur nicht aber der intertrochanteren Osteotomie. Der Laschennagel kann nicht nach dem Zuggurtungsprinzip unter Druck verschraubt werden. Dadurch ist eine per primam Knochenheilung nicht gewährleistet. Unter diesem Gesichtspunkt erfolgte die volle Belastung des Beines 4 1/2 Wochen nach der Operation zu früh. Erstens ist ohne ausreichenden knöchernen Durchbau der Laschennagel den auftretenden Biegebeanspruchungen nicht gewachsen. Zweitens wurden während der Operation nacheinander ein A-O Klingenvorschlag, eine Winkelplatte, ein Kirschnerdraht, ein zu langer Thornton-Nagel von 11,5 cm und endlich der passende Nagel von 1o,5 cm Länge eingeschlagen, so daß letzterer in der Schenkelhalsspongiosa keinen optimalen Halt hatte. Beide Faktoren begünstigten Bewegungen im Osteotomiespalt.

Die Lösung der Schraubenverbindung zwischen Lasche und Nagel - auch nach erneuter Verschraubung am 15.9.66 lässt sich die

Lasche gegen den Nagel bewegen - und ein Resorptionssaum entlang des Nagels 6 Monate post operationem ( Abb. 17b zeigt das Rö.-Bild vom 14.9.66 ) beweisen die Instabilität. Eine Rö.-Kontrolle 1o Monate später ( Abb. 17c ) zeigt, daß der Osteotomiespalt noch einsehbar ist und daß die Resorptionszonen um den Nagel wesentlich breiter geworden sind.
Am 19.7.67 wird der Laschennagel entfernt. Zunehmende Schmerzen bei Belastung und das Rö.-Bild vom 25.11.67 beweisen die Pseudarthrose ( Abb. 17d ). Am 28.11.67 wurde mit einer A-O Winkelplatte ( 11o°, 75 mm ) die Druckosteosynthese durchgeführt. Schon die im Op.Saal angefertigte Rö.-Aufnahme ( Abb. 17e ) läßt erkennen, daß es bei Belastung zum Klingenbruch kommen muß ; denn einmal findet die Klinge im alten Nagelkanal keinen ausreichenden Halt, sie konnte von Hand nicht in den Schenkelhals geschoben werden, zum anderen läuft sie durch den lateralen Pseudarthrosenspalt, so daß sich die Klinge am lateralen Teil des distalen Fragmentes abstützt und die Druckverschraubung auf den Pseudarthrosenspalt nicht zur Wirkung kommt. ( Abb. 17e ).
Bei der wiederum zu frühen Belastung nach 1o Tagen steht die Klinge unter enormen Biegebeanspruchungen, die schliesslich zum Ermüdungsbruch des Metalls führen. Die Abb. 17f zeigt die Tomogrammaufnahme vom 7.3.68 in 1o cm Tiefe.

In Fall 13 und Fall 14 kam es ebenfalls zur Pseudarthrose.
Im Fall 13 zusätzlich zum Klingenbruch. Beide Male wegen denselben operationstechnischen Fehlern wie in Fall 12.

Fall 13

Hildegard Sch. geb.: 26.8.1909
Seit 1o Jahren hat die Pat. linksseitige Hüftschmerzen, die intervallmässig besonders bei Belastung auftreten. Unter konservativer Therapie waren nur vorübergehende Remissionen zu erzielen. Seit einem Jahr Verstärkung der Beschwerden. Bei der stationären Aufnahme am
13.6.68 war das linke Hüftgelenk nur wenig im Bewegungsausmaß eingeschränkt. Flexion 8o°, Extension 18o°, Abduktion 14o°, Adduktion 16o°, Außenrotation endgradig und Innenrotation völlig eingeschränkt. Am
2o.6.68 wurde die Varisierungsosteotomie vorgenommen. Eine Woche später Beginn der Übungsbehandlung und 2 1/2 Wochen nach der Operation Beginn mit Teilbelastung.

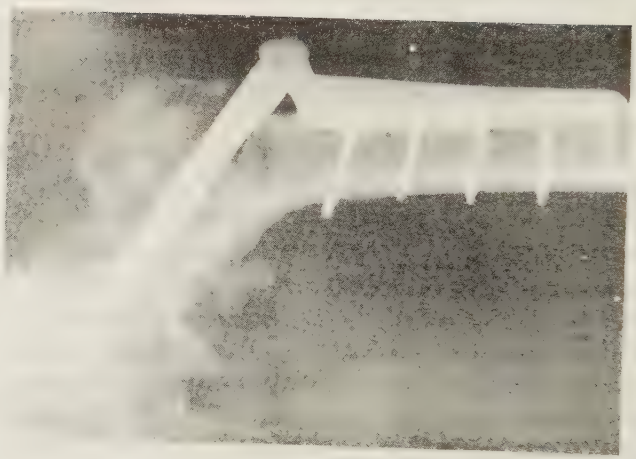


Abb. 17a - Rö.-Bild Ursula Sch. vom 18.4.66

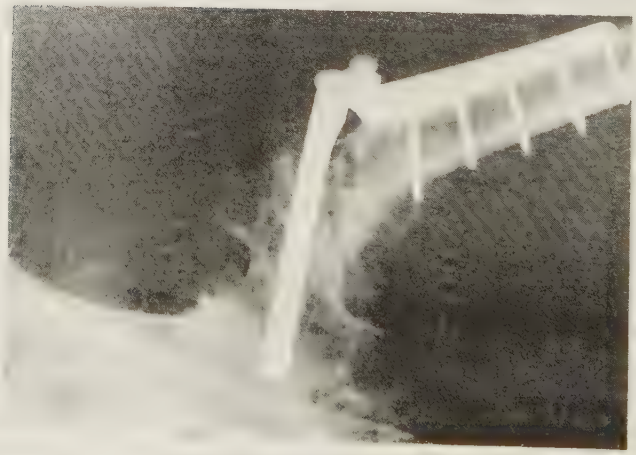


Abb. 17b - Rö.-Bild Ursula Sch. vom 14.9.66

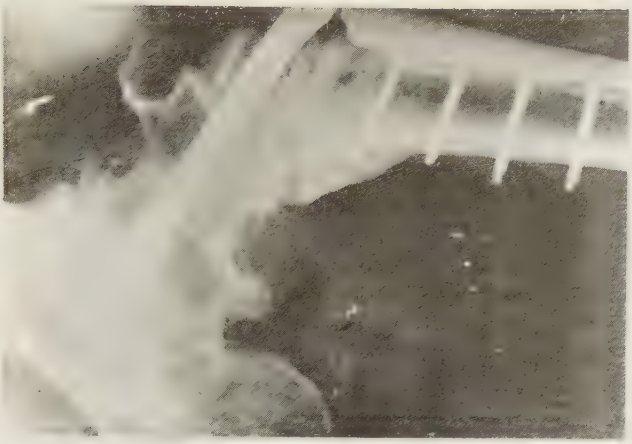


Abb. 17c - Rö.-Bild Ursula Sch. vom 11.7.67

Abb. 17d - Rö.-Bild Ursula Sch. vom 25.11.67

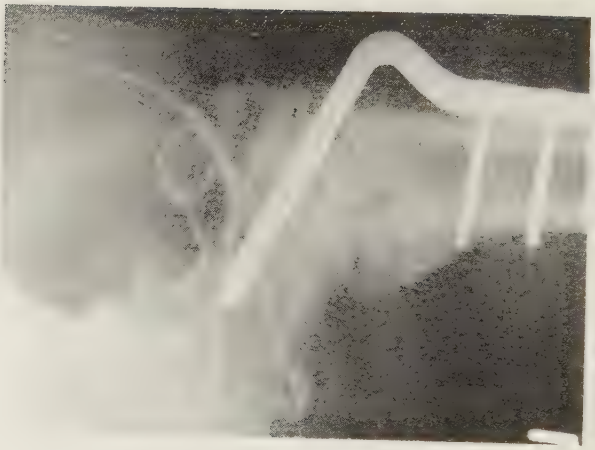


Abb. 17e - Rö.-Bild vom 28.11.67 Ursula Sch.

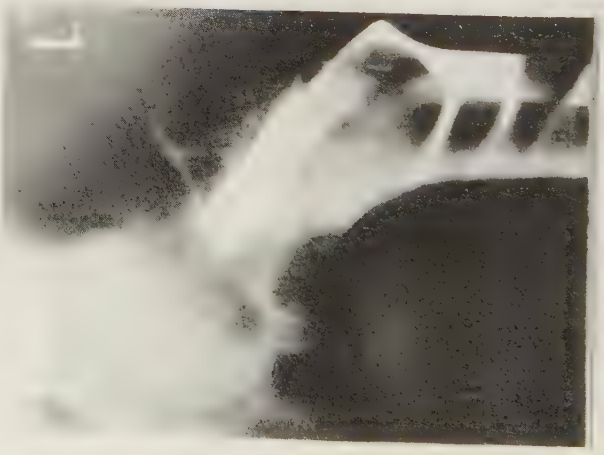


Abb. 17f - Rö.-Bild vom 7.3.68 Ursula Sch.

Wegen Verkürzung von 1 cm entsprechender Schuhausgleich.
Entlassung am
26.6.68 nach Hause.
In der Folgezeit soll beschwerdefreies Gehen nie möglich gewesen sein. Wegen andauernden Schmerzen wird die Pat. am
19.5.69 erneut stationär aufgenommen. Wegen der auf den Rö.-Aufnahmen vom 2o.5.69 sichtbaren Pseudarthrose wird die A-O Platte entfernt - dabei zeigt sich, daß die Platte zwischen Klinge und Schaft gebrochen ist -, die Pseudarthrose angebohrt und unter starker Kompression mit einer neuen A-O Winkelplatte verschraubt. Der postoperative Verlauf war wiederum komplikationslos, Teilbelastung erfolgte nach 4 Wochen. Da am
12.6.7o der Osteotomiespalt noch nicht durchgebaut war, wurde die Plattenentfernung noch zurückgestellt. Zu diesem Zeitpunkt konnte die Pat. zwar 1 km ohne Stützen laufen, jedoch traten im Plattenbereich noch öfters stechende Schmerzen auf.

Bereits die im Operationssaal angefertigte Rö.-Aufnahme vom 2o.6.68 ( Abb. 18a ) zeigt, daß der Druck wegen Abstützung der Klinge an der lateralen Corticalis des distalen Osteotomiefragmentes trotz guter Adaptation nicht zur Wirkung kommen kann. Unter diesen Bedingungen erfolgte die Belastung nach 2 1/2 Wochen zu früh. Die Instabilität der Osteosynthese beweist die Röntgenkontrolle vom 2o.5.69 ein Jahr später ( Abb. 18 b ). Der Klingenbruch - auch hier wieder wie im Fall 12 ein Ermüdungsbruch - ist allerdings nur intra operationem nicht aber auf dem Rö.-Bild sichtbar. Auf dem Rö.-Bild 1 Jahr nach erneuter Verplattung mit richtiger Klingenlage ist der Osteotomiespalt noch einsehbar, während sich um die Klinge und um das distale Schaftende wieder Resorptionszonen ausgebildet haben. ( Abb. 18c ). Das liegt wohl daran, daß bei der zweiten Druckosteosynthese die Osteotomieflächen nicht mehr plan sondern wellig konturiert waren, so daß trotz Anwendung eines großen Druckes keine optimale Adaptation zu erreichen war.

Abb. 18a - Rö.-Bild Hildegard Sch. vom 2o.6.68

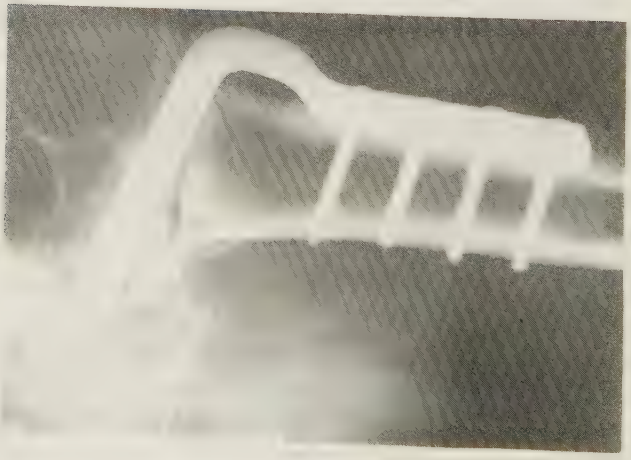


Abb. 18b - Rö.-Bild Hildegard Sch. vom 2o.5.69

all 14

arianne Sch., geb.: 9.11.1928

ie Pat. leidet schon lange unter rechtsseitigen Hüftschmerzen ach langem Laufen. Unter konservativer Therapie trat keine esentliche Verbesserung ein. Mitgebrachte Rö.-Aufnahmen zeigen ine beidseitige Coxarthrose bei Coxa valga. Bei der stat. Aufahme am

5.1.68 sind sämtliche Bewegungen in beiden Hüftgelenken uneingeschränkt möglich. Am

3.1.68 wurde zunächst die Varisierungsosteotomie rechts mit einer A-O Winkelplatte ( 90°, 65 mm ) durchgeführt. Teilbelastung nach 2 1/2 Wochen. Am

7.2.68 Varisierungsosteotomie links mit A-O Winkelplatte ( 100°, 75 mm ). Nach 3 Monaten wurde das Bein teilbelastet. Am

7.4.68 Entlassung bei guter Gehfähigkeit an 2 Unterarmgehstützen. Während der ambulanten Weiterbehandlung klagte die Pat. ständig über Schmerzen in der linken Hüfte, vorwiegend bei Belastung, die in der letzten Zeit vor der erneuten Aufnahme am

2.10.68 stark zugenommen haben.
Bei nicht durchbautem Osteotomiespalt wird die Diagnose einer Pseudarthrose gestellt. Am

3.10.68 erneute Verplattung, jetzt mit einer 90° Winkelplatte, deren Klinge über dem alten Kanal eingeschlagen wird. Nach 3 Wochen Teilbelastung. Am

8.11.68 Entlassung. Bei der Plattenentfernung am
1.70 vollkommen knöcherne Konsolidierung.

uch hier ist die schlechte Klingenlage mit Abstützung am distalen ragment in Verbindung mit der zu frühen Belastung die Ursache er Pseudarthrosenentstehung. Die Rö.-Kontrolle vom 27.2.68 eigt die Abbildung 19.

all 15

erner E., geb.: 16.3.1933

eit 8 Jahren Schmerzen in den Leistenbeugen, anfänglich nur beim reppensteigen, in letzter Zeit auch in der Ruhe. Die Röntgenufnahmen zeigen rechts eine stärkere Coxarthrose als links. ei der Aufnahme am

18.5.67 waren lediglich am rechten Hüftgelenk die Innenrotation und Abduktion endgradig schmerzhaft eingeschränkt, zudem bestand rechts eine Chondromatose. Am
26.5.67 Varisierung rechts ( 11o°, 65 mm ).Teilbelastung nach 3 Wochen. Am
29.6.67 Varisierung links ( 11o°, 65 mm ). Am
9.8.67 Entlassung. Seitdem konnte der Pat. bei schlechtem Gangbild ( Watschelgang ) nur mühsam laufen. Trotz zwischenzeitlicher Behandlung mit Massagen, Packungen und intraartikulären Injektionen keine Besserung. Die Schmerzen werden durch die Chondromatose erklärt. Rö.-Aufnahmen vom 19.9.68 zeigen noch keinen Durchbau des Osteotomiespaltes rechts. Deshalb wird am
23.9.68 die rechtsseitige Pseudarthrose mit einer Beck'schen Bohrung angefrischt und die Winkelplatte links entfernt. Teilbelastung nach 14 Tagen. Auf Schichtaufnahmen vom
8.2.69 ist der Osteotomiespalt noch immer nicht knöchern überbrückt. Trümmerzysten und Sklerosierungen in seinem Bereich deuten auf eine Instabilität. Erst am
15.8.69 kann die Winkelplatte rechts entfernt werden. Bei jetzt negativen Trendelenburg'schen Zeichen ist das Gangbild einwandfrei.

Da in diesem Fall kein operationstechnischer Fehler vorliegt, kann nur die frühe Belastung nach 3 Wochen die Ursache der verzögerten Knochenheilung sein.
Auch hier zeigen Resorptionszonen um die Klinge und im Bereich des Einschlages am Trochanter major die Instabilität an.
7 Monate nach der Operation ist der Osteotomiespalt voll einsehbar ( Abb. 2o ).

Fall 16)

Gabriele G., geb.: 28.9.1944
Seit Geburt bds. Hüftdysplasie. Mit 1 Jahr unblutige Reposition und 1 Jahr lang Ruhigstellung im Gipsbett. Seit 1 Jahr bei Belastung starke Schmerzen in den Hüften. Am
18.7.66 stationäre Aufnahme. Beidseitige Einschränkung der Innenrotation und Abduktion. Genu valgum mit Knöchelabstand von 11 cm.
26.7.66 Varisierung rechts. Genau 4 Wochen später Belastung. Am
30.9.66 Varisierung links. Der Klingenvorschlag muß dabei zwei-

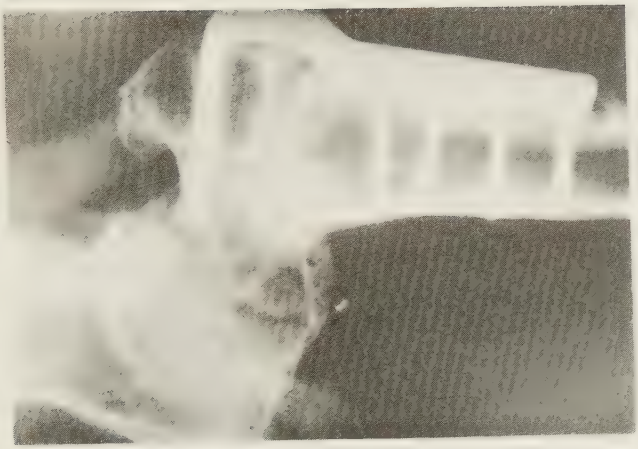


Abb. 18c - Hildegard Sch. Rö.-Bild vom 8.6.7o

Abb. 19 - Marianne Sch. Rö.-Bild vom 27.2.68

mal in den Schenkelhals eingeschlagen werden, da die Winkelplatte beim erstenmal nicht eingeführt werden kann.
4 Wochen später Belastung.

7.11.66 Entlassung. Am

7.3.67 bds. Plattenentfernung, da die Osteotomiespalten weitgehend durchbaut sind.

15.2.68 Wieder stationäre Aufnahme wegen zunehmenden Schmerzen und Bewegungseinschränkung im linken Hüftgelenk seit mehreren Monaten. Die Rö.-Aufnahmen vom 24.2.68 und die erneute Verplattung unter starken Druck ( 11o°, 65 mm ) mit 1 cm Resektion vom Femurschaft am

1.3.68 bestätigen den Verdacht einer Pseudarthrose, Belastung nach 21/2 Wochen. Am

19.9.68 erneute intertrochantere Osteotomie rechts wegen einer Antetorsion von 9o°. Trotz 5o° Derotation gelingt keine bessere Kopfeinstellung in der flachen Pfanne.

3.12.68 Auf der Rö.-Kontrolle ist der Osteotomiespalt links nur noch andeutungsweise erkennbar.

16.6.7o Totalendoprothese nach Mc Kee Ferrar rechts.

Die Röntgenkontrolle im Operationssaal zeigt, daß der Osteotomiespalt medial um 4 mm klafft und die Fragmentadaptation nicht ideal ist. Die mangelnde Druckwirkung verhindert eine schnelle per primam Heilung, so daß es bei der Belastung 4 Wochen später zu geringen Bewegungen im Osteotomiespalt mit Drehpunkt an der lateralen Schaftcorticalis kommt. Die Abb. 21a zeigt die Rö.-Kontrolle vom 2.11.66 nach 6 Wochen. Die Pseudarthrose ist auf dem Bild vom 22.2.68 ( Abb. 21b ) zu sehen.

Die 5 Pseudarthrosen - 2 mit gleichzeitigem Klingenbruch - bei 72 intertrochanteren Osteotomien wegen Coxarthrose sind unmittelbare Folgen der Fixation. Im Gegensatz zur Literatur wo 4% Komplikationen angegeben werden ( 59 ) machen sie bei uns 6,9% der Fälle aus. Wie allerdings schon früher begründet wurde, können diese Komplikationen nicht der Methode selbst zur Last gelegt werden.

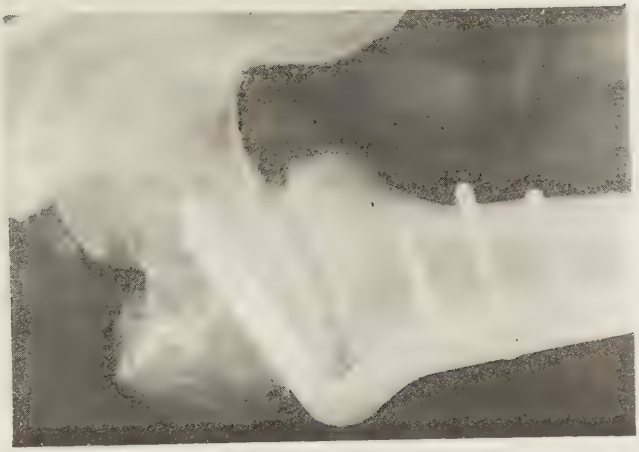


Abb. 2o -Rö.-Bild Ehrhardt W. vom 15.1.68

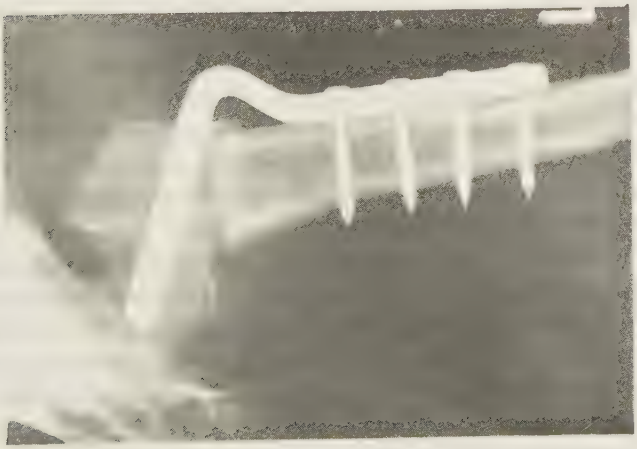


Abb. 21a - Rö.-Bild Gabriele G. vom 2.11.66

Abb.21b - Rö.-Bild Gabriele G. vom 22.2.68

1e) Intertrochantere Umstellungsosteotomie wegen Flexions- und Außenrotationsfehlstellung bei Morbus Bechterew
( Fixation mit A-O Winkelplatte )

Fall 17

Hans Joachim D., geb.: 18.7.194o

196o erstmals Schmerzen in der unteren Brustwirbelsäule und im Lumbosacralbereich, die im Laufe der Zeit gleichzeiti mit beginnender Versteifung der Wirbelsäule von unten n oben fortschritten.

1963 Diagnose eines Morbus Bechterew mit konservativer Thera bis zum Jahre 1968. Zur weiteren Behandlung erfolgte am

4.6.68 die Verlegung des Pat. aus einer anderen Berliner Klini ins RVK. Bei der Aufnahmeuntersuchung bestand eine Versteifung der BWS, der LWS, des rechten Hüft- und Kniegelenkes. Beide Schultergelenke, das linke Ellenbogengelenk und das linke Hüftgelenk - Flexion 16o°, Extension 17o°, Adduktion 17o°, Abduktion und Innenrotation aufgehoben - waren schmerzhaft bewegungseingeschränkt. Am

4.6.68 wurde das linke Hüftgelenk durch eine Totalendoprothese nach Mc Kee Ferrar ersetzt. Wegen einer Ankylosierung

in starker Flexion und Aussenrotation erfolgte am
.7.68 die intertrochantere Korrekturosteotomie rechts mit Entnahme eines Keiles mit 2 cm breiter, dorsaler Basis. Fixiert wurde mit einer A-O Winkelplatte ( 90°, 65 mm ) 5 Wochen nach der Operation wurde mit Teilbelastung begonnen, so daß sich der Patient bei der Entlassung am
.8.68 an 2 Unterarmgehstützen bei Teilbelastung des rechten Beines sicher und ohne große Beschwerden fortbewegen konnte. Anschliessend war der Pat. nie ganz schmerzfrei. Bei einer Umlagerung auf den Rücken verspürte er am
.9.68 einen plötzlichen Schmerz in der Gegendder Osteotomiestelle. Die Röntgenkontrolle an demselben Tag zeigte einen klaffenden und noch nicht durchbauten Osteotomiespalt mit Ausbruch eines Knochenstückes. Nach der erneuten Druckverplattung am
.9.68 und absoluter Ruhigstellung des rechten Beines für 6 Wochen erfolgte komplikationslose Heilung der Ostectomie.

e verzögerte Knochenheilung im vorliegenden Fall ist leicht
rständlich. Auf dem Rö.-Bild vom 2o.9.68 ( Abb.22 ) sieht man
e strähnige Osteoporose mit hochgradiger Transparenz des Trochanr major und einer Spongiosastruktur im Schenkelhals, wie sie
i einer Hüftankylose typisch ist.

i der Operation konnte nur eine schlechte Adaptation erreicht
rden. Der Osteotomiespalt klaffte medial um 4 mm. Vermutlich
rde die Platte wegen der bestehenden Osteoporose auch nicht
ter genügendem Druck verschraubt, so daß die Belastung nach
Wochen viel zu früh erfolgte ; denn die ohnehin ungünstige
hanische Konstellation bei einer Hüftankylose - im allgemeinen
il wurde darauf ausführlich eingegangen - bewirkt eine viel
össere Biegebeanspruchung des Schenkelhalses als bei beweglichem
ftgelenk. Da zum Belastungszeitpunkt der Osteotomiespalt nicht
sreichend konsolidiert war, konnte die Klinge den Biegebeanruchungen nicht genügen. Es kam zur Instabilität mit einer
ochenaussprengung im Winkel zwischen Plattenschaft und Klinge
Abb. 22 ). Ohne frühzeitige erneute Druckosteosynthese wäre
dieser Stelle mit Sicherheit ein Ermüdungsbruch der Platte
fgetreten.

Die Ursache der verzögerten Knochenheilung war also eine schlech
Adaptation der Fragmente und eine zu frühzeitige Belastung.

1f) Intraartikuläre Verriegelungsarthrodese und intertrochantere
Umstellungsosteotomie bei Coxarthrose
( Fixation Beckenbeinfußgips )

Die Indikation zur Hüftarthrodese ist heute weitgehend zugunsten der Totalendoprothese eingeschränkt. Sie kam daher in 4 1/2 Jahren bei uns nur zweimal zur Anwendung. Einmal als intra- und ein anderesmal als extraartikuläre Arthrodese. Mit ihr will man ein schmerzhaftes und kaum noch bewegliches Hüftgelenk zur vollständigen Versteifung bringen und damit die Hüfte standfest und schmerzfrei machen. Voraussetzung sind eine erhaltende Funktion des gleichseitigen Kniegelenkes und der Lendenwirbelsäule. Bei Patienten mit Sitzberufen ist sie weniger günstig als bei Patienten mit Stehberufen.

Während die Druckarthrodese mit einem Nagel oder einer Kreuzplatte eine große Operation ist, bei der ein Beckengips entfällt und bei der der Krankenhausaufenthalt auf 1/3 der früher üblicher Dauer verkürzt wird (BECK), ist die Verriegelungsarthrodese mit subtrochanterer Unterstellungsosteotomie - die Gründe hierfür wurden bereits früher ausführlich dargelegt - ein einfacher Eingriff. Allerdings erfordert er eine postoperative Ruhigstellung im Beckengips für 3 Monate.

Fall 18

Anneliese J., geb.: 7.4.1922

Seit 1961 wegen Hüftbeschwerden mehrfach Krankenhausaufenthalte und Kurverschickungen. Die Pat. hat bis jetzt mit einem Stock ihren Beruf als Lehrerin ausgeübt.

22.5.67 stationäre Aufnahme. Die Rotations-Abduktions- und Adduktionsbewegungen im rechten Hüftgelenk waren fast vollständig aufgehoben. Übrige Gelenke und Wirbelsäule unauffällig. Am

1.6.67 wurde die intraartikuläre Verriegelungsarthrodese mit einem Dreilamellennagel in leichter Adduktion und 15° Flexion durchgeführt. Subtrochanter leichte Schrägosteotomie von lateral caudal nach cranial

medial und Unterstellung des distalen Fragmentes um halbe Schaftbreite nach medial. Fixation im Beckenbeinfußgipsverband für 11 Wochen. Am
.8.67 Beginn mit Laufübungen. Dabei traten anfänglich eine Schwellung und Schmerzen am rechten Knie auf. Dieser Reizzustand klang jedoch bald ab. Am
.9.67 waren sowohl der Osteotomiespalt als auch das Hüftgelenk verknöchert, so daß am 29.9.67 bei völlig beschwerdefreiem Gehen die Entlassung nach Hause erfolgte.

) Gabelungsosteotomie nach Bayer - Lorenz bei veralteter Hüftluxation
( Fixation Beckenbeinfußgips )

nlich wie mit der Schanz'schen Operation versucht man mit dieser thode erstens eine bessere Anspannung und Arbeitsmöglichkeit der lvitrochanteren Muskulatur und zweitens eine Abstützung am Becken erreichen.

11 19

Lennon K., geb.: 25.1o.1955
i veralteter Hüftluxation 3.Grades rechts bestand bei dem Pat.
i der Aufnahme lediglich eine geringe Abduktionseinschränkung
d Beinverkürzung von 5 cm rechts. Das Röntgenbild zeigte den
murkopf um 5 cm cranial verschoben. Am
8.66 wurde die modifizierte Gabelungsosteotomie nach Bayer-Lorenz durchgeführt. Oberhalb des Trochanter minor wurde der Femur von lateral caudal nach medial cranial schräg osteotomiert und das distale Fragment um Schaftbreite nach medial verschoben. Um ein Abrutschen des distalen Fragmentes zu verhindern, wurde an der lateralen Corticalis des distalen Fragmentes ein Zapfen geschaffen, der in eine entsprechende Nut des proximalen Fragmentes einrastete. Ruhigstellung und Fixierung mit einem Beckenbeinfußgips für die Dauer von 3 Monaten. Der postoperative Verlauf und die knöcherne Konsolidierung der Osteotomie war komplikationslos, so daß am
.11.66 mit Laufübungen bei einer Beinverkürzung von 5 cm begonnen wurde. Am
.12.66 konnte der Pat. mit ausreichendem Gehvermögen nach Hause entlassen werden.

2) Subtrochantere Femurosteotomien

a) Subtrochantere Varisierungs- und Verkürzungsosteotomien ( Fixation A-O Winkelplatten )

Beinlängenunterschiede führen einmal zu Veränderungen in der Haltung und Statik des Körpers zum anderen zu Veränderungen der Dynamik, vor allem des Gehens. Eine Verkürzung, die nicht mehr als 1 cm beträgt, kann ohne Änderung des automatischen Muskelspieles ausgeglichen werden. Zwischen einem und zwei cm treten bei elektromyografischen Untersuchungen unregelmässige Veränderungen auf, während ab zwei cm eine normal entspannte Haltung nicht mehr möglich ist. Bei Differenz von mehr als 2 cm besteht unbedingt die Notwendigkeit eines Ausgleichs(THAILLARD ( 6o ) ).

Unabhängig von der Ätiologie einer Beinlängendifferenz stehen zu deren Korrigierung nach dem Wachstumsalter 3 Methoden zur Verfügung.

$\alpha$) Die Versorgung mit orthopädischen Apparaten.

Sie kommt nur dann in Frage, wenn eine operative Behandlung nicht möglich ist.

$\beta$) Die Verlängerungsosteotomie.

Sie hat zwar den Vorteil, daß das gesunde Bein intakt bleibt und besonders bei kleineren Patienten eine störende Verkürzung der Körperlänge vermieden wird, sie ist aber wesentlich schwieriger und komplikationsreicher als eine Verkürzungsosteotomie. Die Weichteildehnung führt - noch dazu an einem vorgeschädigten Bein - häufig zu vaskulären Störungen, zu verzögerter Knochenheilung mit Pseudarthrosenentwicklung, zu späteren Frakturen im geschwächten Diaphysenabschnitt und zu Lähmungen infolge Zerrungen der Nervenstämme (12) . Die meisten Autoren ziehen daher eine Verkürzungsosteotomie am längeren Bein vor ( LANGE, BREITENFELDER, THAILLARD ).

$\gamma$ ) Die Verkürzungsosteotomie.

Sie wird meist am Oberschenkel vorgenommen, weil dort die Störung des Längenverhältnisses von Unter- und Oberschenkel weniger auffällt. Am besten eignet sich das Alter nach Abschluß der Wachstumsperiode bevor verkürzungsbedingte, sekundäre Schäden aufgetreten sind. Von den vielen möglichen Operationen und Fixationsmethoden seien hier nur die zwei nach der Literatur gebräuchlichste und auch bei uns angewandten Methoden angeführt ( MÜLLER, HESS (28) ( VIERNSTEIN (65) ).

Dies sind die noch später zu besprechende diaphysäre Verkürzungs-
steotomie und die kombinierte subtrochantere varisierende Ver-
ürzungsosteotomie.

Neben Beinlängendifferenzen besteht z.B. bei residuellen Hüft-
luxationen häufig noch eine Coxa valga auf der Gegenseite.
Die Operation ist daher ideal, um beide Fehlstellungen gleich-
zeitig zu beheben. Da im intertrochanteren Bereich wegen der
Erhaltung der Ansatzpunkte des Ileopsoas und der kleinen Glutaen,
die für die Funktion sehr wichtig sind, nur eine geringe Ver-
kürzung möglich ist, wird im subtrochanteren Bereich mit seinem
ebenfalls weitgehend spongiösen Knochen osteotomiert.

Während der Küntschernagel bei Osteotomien im Diaphysenbereich
eine belastungsstabile Osteosynthese ermöglicht, ist im sub-
trochanteren Bereich mit ihm nicht einmal eine bewegungsstabile
Osteosynthese zu erreichen. Deshalb ist auch HESS inzwischen von
dieser Fixierung abgekommen. Er benützt wie MÜLLER zur Druck-
osteosynthese die A-O Winkelplatte, während VIERNSTEIN die
Stellschraubenkompression verwendet.

Präoperativ messen wir die Beinlänge von der crista iliaca anterior
superior zur Spitze des fibularen Malleolus. Diese Maß birgt
einige Fehler ( HASSE ( 27 ), MARTIN ( 41 ) ) und sagt streng ge-
nommen nicht viel über die Beinlänge aus. Es wird aber ledig-
lich als Vergleichswert gebraucht und erlaubt so einen Unter-
schied der beiden Beinlängen zu bestimmen. Wichtiger ist
für uns die indirekte Meßmethode zur Wiederherstellung des
Beckengleichgewichtes, die sämtlichen die Statik betreffenden
FaktorenRechnung trägt, und mit der man das Ausmaß der not-
wendigen Korrektur durch Brettchenunterlage bestimmen kann.

Von den 7 subtrochanteren Varisierungsverkürzungsosteotomien
waren bei uns 6 x das weibliche und 1 x das männliche Geschlecht
betroffen. Das Alter zum Zeitpunkt der Operation, die Ursache,
die Varisierung, Verkürzung und Liegedauer sind aus der Tab.
zu entnehmen.

Tabelle 8

| ALTER [J] | CCE ∢ VOR OP. | CCE ∢ NACH | VARIIERUNG | BEIN-DIFF. VOR | LÄNGEN [cm] NACH | VERKÜRZT. | TEILBEL. [W] | URSACHE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 140 | 100 | 40 | 6 | 0 | 6 | 3 | REV. HÜFTLUX. |
| 33 | 140 | 100 | 40 | √ | 1 | 4 | 6 | " |
| 14 | 138 | 100 | 38 | 3 | 0 | 3 | 6 | PERTHES LI. |
| 47 | 140 | 100 | 40 | 8 | 1,√ | 6,√ | 2,√ | ANG. REF. D. LI., HÜFTLUX. |
| 29 | 140 | 90 | √0 | 8 | 4 | 4 | 4 | COXITIS TUB. RE. |
| 15 | 127 | 110 | 17 | √,√ | 0,√ | √ | 8 | PERTHES LI. |
| - | 130 | 110 | 20 | 9 | 3 | 6 | 4 | SCHANZ OP. HÜFTLUX. LI. |

Nach der stationären Aufnahme klagten 6 Patienten über Hüftschmerzen, während die Patientin mit der geringsten Beinlängendifferenz keinerlei Beschwerden hatte.

Bei allen 7 Fällen wurden die Osteotomiefragmente wieder nach dem Zuggurtungsprinzip mit der A-O Winkelplatte fixiert. Die Operationsergebnisse waren bis auf zwei verzögerte Knochenheilungen gut. Im einzigen mit einer Kinderwinkelplatte versorgten Fall wurde eine ungenügende Adaptation der Fragmente mit weit klaffendem Osteotomiespalt erreicht, so daß erst nach 8 Wochen mit Teilbelastung des Beines begonnen wurde. Das Röntgenbild vom 3.1o.69, 3 1/2 Monate post operationem ( Abb. 23 ) zeigt bei beginnender Callusbildung noch einen voll einsehbaren Gelenkspalt. Zeichen für eine instabile Osteosynthese sind nicht vorhanden, lediglich die Vorteile der Kompression kommen hier nicht zur Auswirkung. Im Fall 11 kam es zu Schraubenbrüchen mit einer Pseudarthrose.

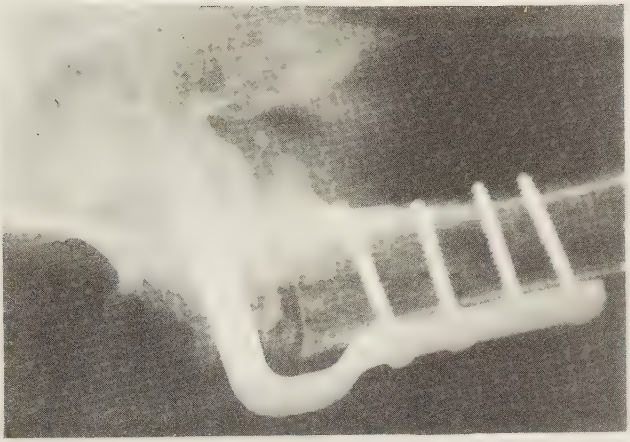


Abb. 22 -Rö.-Bild Hans Joachim D. vom 2o.9.68

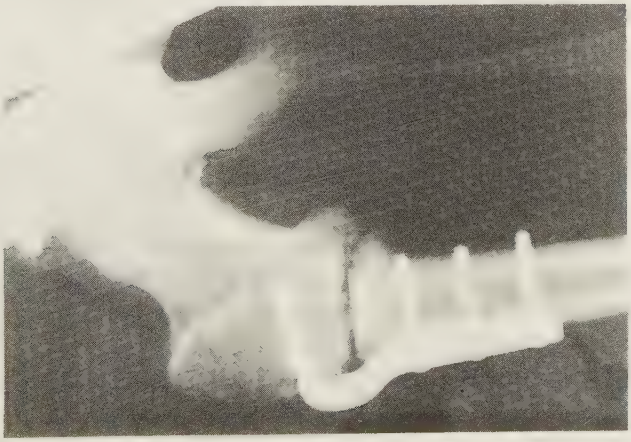


Abb. 23 -Rö.-Bild Cornelia L. vom 3.1o.69

Fall 11

Erika K., - geb.: 1.5.1922

194o Angulationsresektionsosteotomie links wegen Hüftluxation mit anschliessender Beinverkürzung von 8 cm.
Wegen Hüftbeschwerden rechts erfolgte am
19.3.68 die stationäre Aufnahme. Diagnose : Coxa valga luxans link
22.3.68 subtrochantere Varisierungsosteotomie mit einer A-O Winkel platte ( 1oo°, 6o mm ). Bereits am
1o.4.68 Laufübungen mit beginnender Belastung. Die Röntgenkontroll vom
8.5.68 zeigt Resorptionserscheinungen am Osteotomiespalt ohne erkennbare Callusbildung. Am
9.5.68 wird die Pat. trotzdem in ambulante Behandlung entlassen. Das Gehen ist aber weiter schmerzhaft und wird im
Febr.69 so stark, daß eine Fortbewegung nicht mehr möglich ist. Am
16.2.69 erneute stationäre Aufnahme. Das Röntgenbild zeigt eine Pseudarthrose mit Bruch sämtlicher Schrauben zwischen Platte und medialer Femurcorticalis.
19.2.69 Metallentfernung, die nur teilweise gelingt, da die Schraubenschäfte ohne Zerstörung des Knochens nicht entfernt werden können. Die Pseudarthrose wird durch Bohrung angefrischt und mit einer 9-Loch und 95° A-O Kondylenplatte unter Druck verschraubt.
9.4.7o Entfernung der Kondylenplatte.

Während im ersten Fall die mangelnde Operationstechnik Ursache der verspäteten Konsolidierung ist, zeigt die Abb. 24a im Falle 11 ein tadelloses Operationsergebnis. Es muß die frühe Belastung 2 1/2 Wochen post operationem für die Pseudarthrosenentstehung und die Schraubenbrüche verantwortlich gemacht werden. Da zu dieser Zeit noch keine ausreichende knöcherne Durchbauung eingesetzt hat, erfolgt die Kraftübertragung allein durch das Metall. Den bei Belastung auftretenden Kräften hält die Platte nicht stand, so daß es zu Bewegungen im Osteotomiespalt mit resorptiven Aufhellungen kommt.Die Abb. 24 b zeigt die Röntgenaufnahme vom 8.5.68. ( 6 Wochen post operationem ) Es ist weder die Klinge gebrochen, noch sind die Schrauben direkt am Kopf gebrochen, wo dies durch Lochfraß am ehesten zu erklären wäre.

Abb. 24a Rö.-Bild Erika K. vom 22.3.68

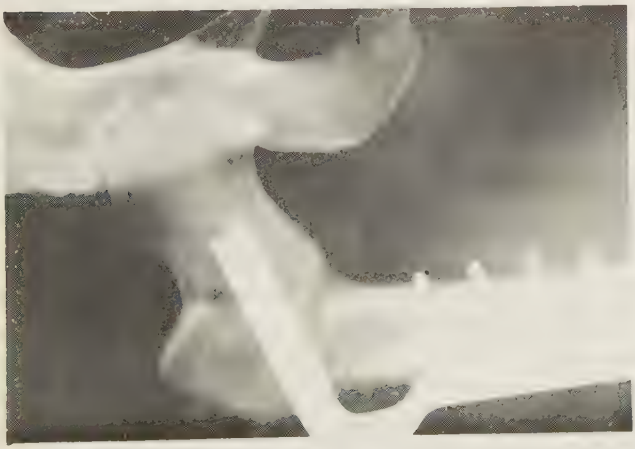


Abb. 24b Rö.-Bild Erika K. vom 8.5.68

Deshalb spielt ein weiterer Faktor eine Rolle. Vermutlich war der Anpressdruck der Schrauben auf die Platte zu gering, so daß die axialen Kräfte ausschliesslich durch die Schrauben nicht aber zusätzlich durch Reibung zwischen Platte und Knochen übertragen wurden.
Diesen Scherkräften konnten die Schrauben nicht standhalten. Abb. 24c zeigt die Pseudarthrose und die zwischen Platte und lateraler Femurcorticalis gebrochenen Schrauben auf der Röntgenaufnahme vom 16.2.69. Das postoperative Ergebnis 3 Tage später schliesslich ist auf Abb. 24d zu sehen.

b) Resektionsangulationsosteotomie bei Protrusio acetabuli
( Fixation mit A-O Winkelplatte und Beckenbeinfußgips )

Fall 2o

Gertrud G., geb.: 3o.4.19o3

Seit dem Jahre 196o hatte die Pat. große rechtsseitige Hüftschmerzen. Sie war deshalb ständig in ärztlicher Behandlung. Bei der Aufnahme am

2o.5.67 war das rechte Hüftgelenk schmerzhaft bewegungseingeschränkt: Extension 18o°, Flexion 13o°, Abduktion und Rotation mittelgradig, Adduktion vollständig eingeschränkt. Die Röntgenaufnahmen zeigten eine schwere Coxarthrose bei Protrusio acetabuli. Am

2o.6.67 wurde der Femurkopf und der mediale Teil des Schenkelhalses mit einer Osteotomie senkrecht zur Schenkelhalsachse entfernt. Weiter wurde am Oberschenkelschaft ein Keil von 5o° mit 6 cm langer lateraler Basis ( Spitze dicht unterhalb des Trochanter minor ) herausgenommen und die Osteotomie nach Einstellen des Trochanter minor in die Pfanne mit einer zurechtgebogenen 6-Loch-A-O Platte und zusätzlichem Beckenbeinfußgips fixiert. 3 Tage post op. trat ein leichtes Fieber und eine Oligurie auf. Im weiteren Verlauf kam es zur Anurie und Ileussymptomatik. Urämisches Erbrechen hatte eine Aspirationspneumonie mit toxischem Lungenödem zur Folge, so daß die Pat. trotz intensiver Therapie am

26.6.67 gestorben ist.

Abb. 24c Rö.-Bild Erika K. vom 16.2.69

Abb. 24d Rö.-Bild Erika K. vom 19.2.69

Ursache des Todes war eine histologisch gesicherte akute hämoglobinurische Nephrose, die durch eine Resorption des grossen Wundhämatoms zustande kam.

Dieser Fall ist unter sämtlichen Osteotomien der einzige mit einer postoperativen Nephrose und tödlichem Ausgang. Er unterstreicht die Bedeutung einer sorgfältigen Blutstillung und möglichst atraumatischem Operieren.

c) Extraartikuläre ischiofemorale Hüftarthrodese mit subtrochanterer Unterstellungsosteotomie
( Fixation Beckenbeinfußgips und Gipsliegeschale )

Bei einer veralteten Coxitis mit weitgehenden Knorpel- und Knochendefekten aber nicht ganz blockierter Hüftbeweglichkeit kommt die extraartikuläre Hüftarthrodese zur Anwendung, durch die das Wiederaufflackern einer Infektion vermieden werden soll. Ein ischiofemoraler autologer Knochenspan stellt das Gelenk ruhig und verhindert ausserdem ein Adduktions- oder Flexionsrezidiv.

Der Eingriff wird fast ausschliesslich nach einer Coxitis tuberkulo ausgeführt. MÜLLER berichtet über 17 Patienten, von denen 14 wegen einer spezifischen Coxitis operiert wurden ( 48 ).

Fall 21

Hans Jürgen L., geb.: 26.12.194o

1948 Coxitis tuberkulosa. Konservative Therapie, Ruhigstellung im Gipsverband und Entlastung mit Schienenhülsenapparat. Wegen stärker werdenden rechtsseitigen Hüftschmerzen beim Gehen entschließt sich der Pat. nach entsprechender Berat

Anf.1969 zur Hüftarthrodese.

26.2.69 erfolgte die stat. Aufnahme. Die rechtsseitige Beinverkürzung von 7 cm wurde durch einen orthopädischen Schuh ausgeglichen. Während das linke Hüftgelenk in Form und Bewegung unauffällig waren, bestand rechtsseitig eine weitgehende Bewegungseinschränkung : Flexion 15o°, Extension 17o°, Abduktion, Adduktion und die Rotation waren fast vollständig aufgehoben. Nach den Laborwerten und den Schichtaufnahmen des rechten Hüftge-

lenkes bestanden keine Anzeichen für eine floride Entzündung. Am

5.3.69 wurde zunächst die intertrochantere Varisierungsverkürzungsosteotomie links um 4 cm vorgenommen und 6 1/2 Monate später am

23.4.69 die extraartikuläre ischiofemorale Arthrodese rechts. Von einem bogenförmigen Schnitt über der Mitte des rechten Glutaeus maximus aus wird in Bauchlage das Tuber ossis ischii freipräpariert. Ein 7 cm langer und 3 cm breiter Knochenspan aus dem rechtsseitigen Femurschaft wird in die entsprechend vorpräparierten Nuten am Tuber ossis ischii und am Trochanter minor eingepasst und dort mit je 1 Spongiosaschraube fixiert. Dann wird der Femurschaft wegen einer Hüftadduktionskontraktur von 2o° subtrochanter leicht schräg von lateral nach medial osteotomiert und das Bein in Mittelstellung gebracht.

Wegen des großen CCE-Winkels liegt die Osteotomie tief, so daß eine Abstützung des distalen Fragmentes am Becken nicht erreicht werden konnte. Die zuvor anmodellierte Gipsliegeschale wird nun aufgelegt und nach Umlagerung des Pat. zum Beckenbeinfußgips vervollständigt. Am

28.4.69 hat der Pat. Schmerzen an der Osteotomiestelle und das Gefühl, daß das rechte Bein wackelt. Die daraufhin angefertigte Rö.-Aufnahme zeigt eine Dislokation des distalen Osteotomiefragmentes nach medial und cranial. Am

5.5.69 wird in Narkose die Stellungskorrektur des abgerutschten Fragmentes vorgenommen und ein neuer Beckenbeinfußgips angelegt. Nach abgeschlossener Wundheilung kann der Pat. mit rechtsseitigem Oberschenkelgips und Beckenring am

28.5.69 vorübergehend nach Hause entlassen werden. Bei der stat. Aufnahme am

7.7.69 war zwar die linksseitige Verkürzungsosteotomie nicht aber die Arthrodese und subtrochantere Osteotomie rechts knöchern konsolidiert. Mit dem daraufhin angelegten Oberschenkelgehgips und Beckenring rechts kann der Pat. ab 1o.7.69 mit 2 Unterarmgehstützen einigermaßen laufen.

19.7.69 Entlassung.
18.8.69 Wiederaufnahme, Gipsentfernung und Beginn mit krankengymnastischen Übungen, so daß am
27.8.69 zum ersten Mal belastet werden konnte. Am
8.9.69 war der Osteotomiespalt bei deutlicher Callusbildung noch einsehbar. Die noch bestehende rechtsseitige Verkürzung wird mit einem orthopädischen Schuh ausgeglichen
1o.9.69 Entlassung bei ausreichender Gehfähigkeit. Am
15.12.69 hat der Pat. wieder voll seinen Beruf aufgenommen. Die Rö.-Kontrolle anlässlich der Plattenentfernung links am
21.1.7o zeigt knöchernen Durchbau sowohl der Arthrodese als auch der Osteotomie rechts. Der Patient kann ohne Beschwerden laufen. Lediglich beim Treppensteigen im Wechselschritt muß er sich noch am Geländer hochziehen.

Da die Arthrodese bis zur knöchernen Konsolidierung eine Ruhigstellung zwischen 4 und 6 Monaten erfordert, konnte auf eine innere Fixation der Osteotomie verzichtet werden. Die Nachteile der Gipsfixation zeigt dieses Beispiel aber recht deutlich. Während auf dem Röntgenbild vom 28.4.69 ( Abb. 25a ) die Dislokation des distalen Fragmentes 5 Tage nach der Operation zu sehen ist, wird auf dem Röntgenbild vom 8.9.69 ( Abb. 25b ) die verzögerte Heilung deutlich. 4 1/2 Monate nach der Operation ist der Osteotomiespalt noch voll einsehbar.

3) diaphysäre Femurosteotomien

a) diaphysäre Femurverkürzungsosteotomien
( Fixation mit Küntschernagel )

Zur Fixation der diaphysären Verkürzungsosteotomie stehen uns zwei ausgezeichnete Verfahren zur Verfügung. Erstens die intramedulläre Fixation mit einem Küntschernagel, zweitens die extramedulläre Fixation mit einer langen A-O Platte.

Wir geben der belastungsstabilen Osteosynthese mit dem Marknagel den Vorzug weil die A-O Platte
a) nur eine bewegungsstabile Osteosynthese ermöglicht
b) eine große Weichteilwunde mit Freilegung des Femur über weite Strecken erfordert,

Abb. 25a Rö.-Bild vom 28.4. 1969 Hans Jürgen L.

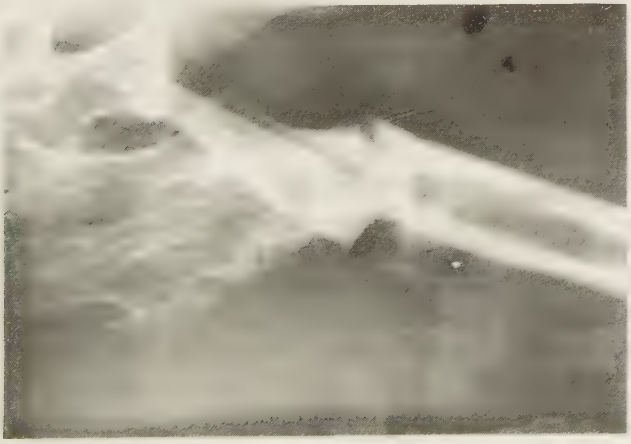


Abb. 25b Rö.-Bild vom 8.9.69 Hans Jürgen L.

c) die Knochendurchblutung durch Periostschädigung nachteiliger beeinflusst als die Unterbrechung der Markraumgefäße.

Bei der belastungsstabilen Osteosynthese muß der Marknagel ungefähr die gleiche Festigkeit wie der Knochen haben. Da die Festigkeit eines röhrenförmigen Gebildes aber mit der dritten Potenz seines Querschnittes steigt, wird für die Marknagelung ein möglichst weites Aufbohren der Markhöhle gefordert. KÜNTSCHER selbst lehnt wegen der Gefahr der Nagelverbiegung und des Nagelbruches die Verwendung von Marknägeln an der unteren Extremität mit einem Durchmesser von unter 10 mm ab.

Der Markraum der langen Röhrenknochen hat in verschiedenen Abschnitten eine unterschiedliche Weite. Damit das Prinzip der elastischen Verklemmung nicht nur an der physiologischen Markraumenge zur Wirkung kommt, muß er aufgebohrt werden. Der vielleicht einzige Nachteil dieser Methode ist, daß bei der diaphysären Verkürzungsosteotomie dort ein Knochenstück reseziert wird, wo der Marknagel am stabilsten fixiert.

Der Muskelinsuffizienz mit einem eventuell daraus resultierendem Wackelknie wurde durch frühzeitiges Faradisieren begegnet.

Während die stufenförmige Osteotomie wegen der komplizierten Schnittführung nicht zu empfehlen ist, scheidet die plane Osteotomie deshalb aus, weil bei ihr eine Rotationsfehlstellung nicht sicher verhindert wird.
LANGE führt die v-förmige Resektion in Schaftmitte zusammen mit einer Spananlagerung durch. Wir hatten ohne Verwendung eines Spanes bei unseren 5 Fällen mit der Schrägosteotomie keine Versager, während VIERNSTEIN bei 57 Patienten, die nach dieser Methode operiert wurden, in 3/4 der Fälle über einen anormalen Heilverlauf berichtet ( 65 ).

Nach Aufbohren des Markraumes des distalen und proximalen Fragmentes wird von der Osteotomiestelle aus der Nagel in das proximale Fragment geschlagen bis er über dem Trochanter major unter der Haut zu tasten ist. Dann wird von einem bogenförmigen Hautschnitt aus der Nagel so weit herausgezogen,

bis das Einschlagen in das distale Fragment gelingt.

Alle 5 operierten Fälle waren weiblichen Geschlechts. Es traten weder bei der Operation noch im Heilverlauf - außer einem Wundhämatom - irgendwelche Komplikationen auf. Einzelheiten sind aus Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9

| BEINLÄNG. DIFF. [cm] | REHKT. [cm] | NA LÄNGE [cm] | GELDICKE [mm] | ALTER [J] | AUFBOHRENDE MARKH. | LAUFZEIT N. [TG.] | STAT. BEH. [W] | SCHUHAUSGL. [cm] | URSACHE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | √ | 34 | 12 | 32 | 13 | 12 | 6 | 1 | PERTH. |
| 3,√ | 3,√ | 38 | 12 | 21 | 13 | 10 | 4 | – | FRAKT. |
| √,√ | 4 | 31 | 10 | 23 | 11 | 12 | √ | – | HÜFTDYSPL. |
| 6 | 4 | 36 | 12 | 26 | 13 | 14 | 4 | 2 | FRAKT. |
| 4 | 4 | 38 | 10 | 19 | 11 | 16 | 4 | – | FRAKTBILD. |

4) suprakondyläre Femurosteotomien

a) suprakondyläre Umstellungsosteotomie
( Fixation mit A-O Kondylenplatte )

Im distalen Femurbereich lässt sich eine stabile Osteosynthese am besten mit einer A-O Kondylenplatte durchführen. Die 95° Kondylenplatte ist so gebaut, daß die Klinge parallel zur Kniegelenksachse eingesetzt werden kann. Beim Vorspannen öffnet sich der Winkel zwischen Klinge und Schaft auf ca. 100°, so daß der Plattenschaft an der lateralen Femurseite gut anliegt. Auch hier wird wieder unter Druck nach dem Zuggurtungsprinzip verschraubt.

Fall 22
Ella Sch., geb.: 30.8.1910

1965 wurde die Pat. auf dem Bürgersteig von einem Auto angefahren und erlitt dabei einen beidseitigen Oberschenkelschaftbruch. Nach 10 Tagen beidseitige Küntschernagelung in einer auswärtigen Klinik. Krankenhausaufenthalt vom 20.9.-

8.12.65. Wegen Beugekontraktur bei Innenrotations- und Valgusfehlstellung links erfolgte ambulante Nachbehandlung. Die Indikation zur Marknagelung links war falsch; denn die Fraktur verlief 15 cm oberhalb der Kondylen.

1966 Beidseitige Nagelentfernung. Seit

1968 konnte die Pat. ständig schlechter laufen, ging am Stock und bekam nach längerem Gehen Schmerzen im Trochanter- und Kniebereich links. Beim Treppensteigen knickte die Pat. im linken Knie häufig ein. Die rechte Seite war beschwerdefrei.

Bei der stationären Aufnahme bestand ein Genu valgum links mit 6 cm Knöchelabstand. Das Bein war um 2 cm kürzer als rechts. Hüftgelenk links : Beugung 145°, Streckung 195°, Abduktion 25°, Adduktion 45°, Außenrotation 30°. 15 cm oberhalb des linken Knie's Femurverdickung tastbar. Trotz lockerem Bandapparat am linken Knie wurde die operative Korrektur der Valgusfehlstellung von 13° wegen einer prä-arthrotischen Deformität durchgeführt. Der herausgenommene Keil hatte eine mediale Basis von 12 mm. Fixation mit 7 Loch-A-O-Kondylenplatte ( 90 mm ). Postoperativ glatter Verlauf. Nach 7 Wochen Teilbelastung. Weiter lockerer Bandapparat. Am

10.9.69 Plattenentfernung. Kniebeugung weiter 100°

## IV) Tibiaosteotomien

### 1) Pendelosteotomien
### (Fixation mit Gipsverband)

X- und O-Beine sind präarthrotische Deformitäten. Es werden entweder der tibiale oder der fibulare Kniegelenksknorpel durch die Verschiebung der Belastungsachse unphysiologisch beansprucht.

Die Keilosteotomien wurden bei uns nicht nur zur Vermeidung
sondern auch schon bei bestehender Arthrosis deformans des Knie-
gelenkes - analog den Überlegungen im Hüftgelenk - ausgeführt.

Nach der Fibulaosteotomie wird zuerst die Epiphysenlinie mit 2
Kirschnerdrähten unter Bildwandlerkontrolle markiert und anschliessend
medialseits vom Ansatz des Ligamentum patellae die v-förmige Osteo-
tomie der Tibia mit nach proximal bis kurz unter den Epiphysen-
spalt gerichteter Spitze durchgeführt. Wird der Keil entsprechend
den Röntgenbildern lateral entnommen, so wird er in leicht über-
korrigierter Stellung medial wieder eingeführt und verkeilt.
Bei X-Beinkorrektur entsprechend umgekehrtes Vorgehen.

Zur Fixation genügt ein Beckenbeinfußgipsverband, denn

a) die Osteotomie erfolgt im spongiösem Knochen,
b) die v-förmige Osteotomie vermindert eine Dislokation der Fragmente
c) bei noch nicht geschlossener Epiphysenfuge wird eine Wachstumsstörung durch eine Metallfixation vermindert.

Bein-Korrektur

Sie wurde bei 5 männlichen und 4 weiblichen Patienten 13 mal
10 mal wegen Genu varum und 3 mal wegen eines Crus varum -
ausgeführt. Beim letzteren erfolgte die v-förmige Osteotomie
Querfinger über der distalen Tibiaepiphyse. In 4 Fällen wurde
beidseitig und in 5 Fällen einseitig operiert. Die Ursache
der Deformität war 3 mal angeboren, 3 mal eine in Fehlstellung
geheilte Tibiafraktur und 5 mal eine Rachitis. Das Alter lag
zwischen 2 und 35 Jahren. In 7 Fällen bestanden vor der
Operation keinerlei Beschwerden. Lediglich in 5 Fällen wurden
Schmerzen im Kniegelenk zum Teil mit röntgenologisch nachweis-
baren Zeichen der Arthrosis deformans und in einem Fall Schmerzen
sowohl im Knie als auch im oberen Sprunggelenk angegeben.
Die Achsenabweichungen zwischen Femur und Tibia lagen zwischen
15 und 40°.

Bei doppelseitiger Operation wurde ein Beckenbeinfußgipsverband
bei einseitiger Operation ein Oberschenkelliegegips jeweils für
6 Wochen angelegt. Anschliessend für weitere 4 Wochen Ruhig-
stellung im Oberschenkelgehgips.

In allen Fällen war die Osteotomie nach dieser Zeit ausreichend knöchern konsolidiert. Eine Fragmentdislokation oder Gelenkkontraktur ist nie aufgetreten. Eine sekundäre Wundheilung mit postoperativem Fieber klang unter antibiotischer Therapie folgenlos ab. Scheuer- und Druckstellen bei 3 Patienten waren die einzigen geringen Nachteile der Gipsfixation.

X-Bein-Korrektur

Sie wurde bei 3 männlichen und 3 weiblichen Patienten 8 mal wegen einem Genu valgum ausgeführt. In 2 Fällen wurde doppelseitig operiert, in 4 Fällen einseitig. Die Ursache der Deformität war in 7 Fällen angeboren, nur in einem Fall durch eine Rachitis erworben. Das Alter lag zwischen 3 und 45 Jahren.
In 7 Fällen bestanden vor der Operation keinerlei Beschwerden. Nur in 1 Fall wurden Schmerzen im Knie und oberen Sprunggelenk mit röntgenologisch nachweisbarer Gonarthrose angegeben.
Die Achsenabweichung zwischen Femur und Tibia lag zwischen 1o° und 2o°. Dauer und Art der Gipsfixation erfolgte wie bei den O-Bein-Korrekturen. Außer einer sekundären Wundheilung durch starke Adipositas und einer unerheblichen Dislokation des distalen Fragmentes nach ventral lateral verliefen alle 8 Fälle ohne irgendwelche Komplikationen.

2) Diaphysäre Umstellungsosteotomie der Tibia (Fixation A-O-Winkelplatte)

Fall 23

Günter G., geb.: 28.12.1934

Der Patient zog sich im März 1968 bei einem Unfall eine schräge Tibiaschaftfraktur am Übergang vom medialen zum distalen Drittel zu, die einen Tag später mit einem Marknagel versorgt wurde. 4 Wochen später konnte der Patient mit einem Gehstock laufen. In der Folgezeit kam es zu rechtsseitigem Hinken, zu einer Beinverkürzung von 1,5 cm und einer Einschränkung der Supination und Pronation im unteren Sprunggelenk. Auf dem Rö.-Bild war eine Dislokation des distalen Fragmentes um doppelte Corticalisbreite nach fibular zu sehen.
Deshalb wurde am

3.6.69 der Marknagel entfernt und im alten Frakturbereich die quere Osteotomie mit Ausgleich der Außenrotationsfehlstellung durchgeführt.

Fixiert wurde mit einer 5 Loch-A-O-Winkelplatte an der medialen Tibiaseite. Die postoperative Rö.-Kontrolle ergab eine geringe Retrokurvation. Bereits am Ende der 2. postoperativen Woche wurden Laufübungen ohne Belastung durchgeführt. In der 1o. Woche Belastung. Weiter komplikationsloser Verlauf.

Wäre die Marknagelung technisch einwandfrei mit genügender Aufbohrung des Markraumes durchgeführt worden, wäre eine anschließende A-O Verplattung mit zusätzlicher Unterbrechung der periostalen Durchblutung nicht indiziert gewesen.

3) Supramalleoläre Umstellungsosteotomien
( Fixation Oberschenkelgips oder A-O Löffelplatte )

Bei 4 weiblichen Patienten wurde sie in 5 Fällen durchgeführt. In 2 Fällen war eine in Valgusstellung geheilte komplette Unterschenkelfraktur beidseits die Ursache. In den anderen 3 Fällen wurde wegen einer Varusfehlstellung operiert. Je 1mal nach einer kompletten Unterschenkelfraktur, nach einer bimalleolären Luxationsfraktur und nach einer medialen Malleolarfraktur mit gleichzeitigem Epiphysenschaden.

Wie früher ausführlich dargelegt wurde, sollte eine Osteotomie möglichst operativ fixiert werden. Daß diese Forderung im distalen Tibiadrittel nicht streng eingehalten wird, liegt an der schlechten Weichteildeckung des Knochens in diesem Bereich. Die Durchblutung und die Heilung ist daher bei Zerstörung des Periostes besonders gefährdet. Das dicht unter der Haut liegende Osteosynthesematerial führt häufig zu Druckmekrosen der Haut. Wundhämatome werden schlecht resorbiert. Sie entleeren sich nach außen und begünstigen dadurch eine Infektion. Zusätzlich ist die Knochenheilung durch eine Sklerosierung im alten Frakturbereich erschwert. Trotz kleinen Osteotomieflächen und mangelhaftem Ineinanderstauchen der Fragmente führten wir in 4 Fällen aus obigen Gründen die alleinige Gipsfixation durch. In 3 Fällen kam es zur Dislokation, die zweimal eine Pseudarthrose zur Folge hatte. In einer zweiten Operation wurden die Pseudarthrosen angefrischt und unter Druck mit A-O Löffelplatten verschraubt. Die insgesamt 3 mit der Löffelplatte versorgten Fälle heilten komplikationslos.

Fall 24

Dorothea D., geb.: 2.8.1927

Im Februar 1967zog sich die Patientin bei einem Skiunfall eine bimalleoläre Luxationsfraktur links zu, die nach 8-wöchiger Ruhi stellung im Gipsverband in einer Privatklinik in Varusstellung ausgeheilt ist. Der Varusschwung des Tibiaschaftes gegen die Talusachse betrug 16°, die Dorsal- und Plantarflexion war kaum möglich, die Supination und Pronation eingeschränkt. Röntgenologisch zeigte sich eine beginnende Arthrose im oberen Sprunggelenk. Am

1.9.67 führten wir die v-förmige supramalleoläre Umstellungsosteotomie durch. Ein entsprechend geformter Keil aus der Tuberositas tibiae wurde medial eingesetzt. Da die Fibula nicht osteotomiert wurde, stand der eingeführte Knochenkeil unter Druck. Die Fixation erfolgte mit einem Oberschenkelgips. Nach 4 Wochen baute der Osteotomiespalt bereits knöchern durch, so daß für weitere 4 Wochen ein Oberschenkelgehgips angelegt werden konnte Nach 8 Wochen komplikationslos knöcherne Heilung.

Fall 25

Hella S., geb.: 22.5.1956

Im April Fraktur des rechten Malleolus tibialis. Nach 6 Wochen Ruhigstellung im Gipsverband konnte die Patientin beschwerdefrei laufen. Wegen einer Varusfehlstellung zwischen Tibiaschaft und Talusachse von 2o° wurde am

18.7.69 die v-förmige aupramalleoläre Osteotomie mit einer 6 cm breiten Fibularesektion durchgeführt. Die laterale Keilbasis betrug 1,6 cm. Fixiert wurde mit einem Oberschenkelliegegips. Doch zeigte eine Röntgenkontrolle lo Tage nach der Operation eine Rekurvation von 25°. Reposition in Narkose und Anlegen eines neuen Oberschenkelliegegipses. Am

2d.8.69 Oberschenkelgehgips für 8 Wochen. Anschliessend volle Belastung bei knöchernem Durchbau der Osteotomie und Beinverkürzung von 2 1/2 cm.

Fall 26

Marlies B., geb.: 19.12.1943

Im Jahre 1956 zog sich die Pat. beim Sprung aus der 4. Etage eine komplette Unterschenkelfraktur beidseits zu. Die Therapie erfolgte damals konservativ, beide Frakturen heilten in Valgusstellung aus. 2 Jahre nach dem Unfall traten zunehmende Schmerzen in beiden Sprunggelenken auf auch ohne Belastung. Im Jahre 1968 wurden sie so intensiv, daß die Patientin nur mühevoll laufen konnte. Die Beweglichkeit war zu diesem Zeitpunkt in beiden Sprunggelenken sowohl rechts als auch links uneingeschränkt. Die Fußinnenränder wurden im Fersenbereich stärker belastet. Valgusstellung von Tibiaschaft zu Talusachse 15° beidseits. Am

13.12.68 wurde beidseits die supramalleoläre v-förmige Umstellungsosteotomie durchgeführt. Fixation mit Oberschenkelliegegips für 4 Wochen und anschliessendem Oberschenkelgehgips für weitere 4 Wochen. Die Röntgenkontrolle am

6.1. 69 zeigt, daß beide distale Fragmente der Tibia links um 1 cm ( Abb. 26a) und rechts o,5 cm ( Abb. 26b ) nach ventral abgerutscht sind, außerdem besteht jetzt beidseits eine geringe Varusstellung. Auf den Röntgenaufnahmen ist immer noch keine Callusbildung sichtbar. ( Abb. 26c ). Am

4.3.69 erfolgt wegen einer Pseudarthrose links die Anfrischung und Druckverschraubung mit einer ventral angelegten Löffelplatte. Rechts wird wieder ein Oberschenkelliegegips angelegt. Einen Monat später zeigt sich auch rechts bei der Gipsabnahme eine Wackelbeweglichkeit. Wegen einer Pyodermie erst am

2.5.69 Druckverschraubung. Bei der Entlassung am

2.6.69 bei fleckiger Atrophie sämtlicher Fußwurzelknochen noch keine knöcherne Durchbauung. Beide Beine wurden erst 1o bis 11 Wochen post operationem voll belastet. Am

1o.2.7o links knöcherne Konsolidierung, rechts nur angedeutet Nach Plattenentfernung beidseits am

16.11.7o erfolgte am

25.11.7o bei gutem Fragmentstand und guter Gehfähigkeit Entlassung nach Hause. (Abbildung 27a und b zeigen die Rö.-Bilder v. 13.11.70).

Fall 27

Anette A., geb.: 26.3.1954

Nach einem Autounfall im Jahre 1965 wurde bei der Patientin eine komplette Unterschenkelfraktur links mit einer Cerclage versorgt.

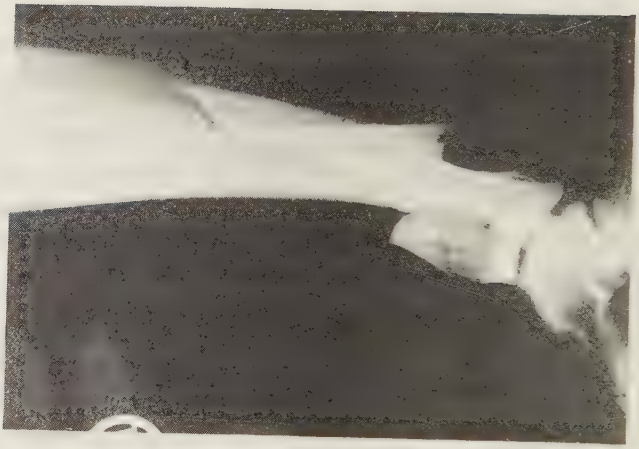


Abb. 26a Rö.-Bild vom 6.1.69 Marlies B.

Abb. 26b Rö.-Bild vom 6.1.69 Marlies B.

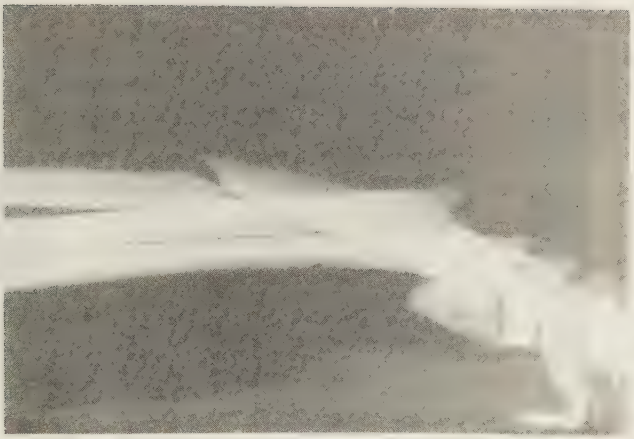


Abb. 26c Rö.-Bild vom 13.2.69 Marlies B.

rakturheilung in Varusstellung mit einer Achsenabknickung von 1°. Kein Nachweis von arthrotischen Veränderungen im oberen prunggelenk. Wegen Schmerzen in diesem Bereich wird am

9.3.69 die v-förmige Umstellungsosteotomie mit einem lateralen Keil von o,5 cm Basis 3 Querfinger über dem Sprunggelenk durchgeführt. An der vorderen Tibiakante unter Druck Fixation mit der Löffelplatte. Nach der Operation Anlegen einer Gipsliegeschale und sofortige Übungsbehandlung. Nach 4 Wochen Laufübungen ohne Belastung, nach 6 Wochen Teilbelastung und nach weiteren 4 Wochen volle Belastung. Am

2.9.69 wurde bei völliger Beschwerdefreiheit und uneingeschränkter Beweglichkeit in beiden Sprunggelenken die Platte entfernt.

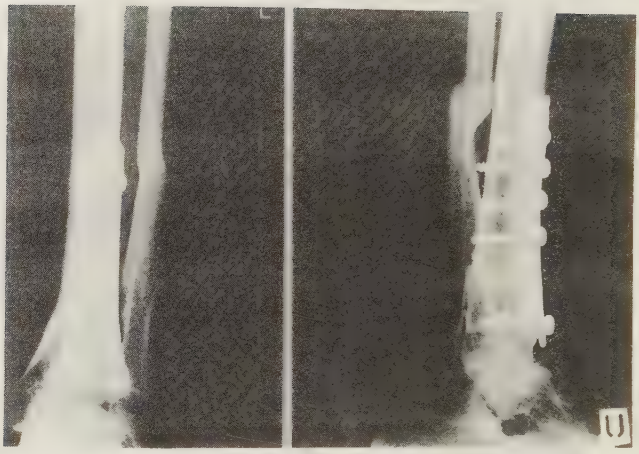


Abb. 27a Rö.-Bild vom 13.11.7o
( linker Unterschenkel )

Abb. 27b Rö.-Bild vom 13.11.7o
( rechter Unterschenkel )

## D ) Zusammenfassung

Es wird über 173 Osteotomien an Femur und Tibia berichtet, die mit verschiedenen Methoden, deren Vor- und Nachteile aufgezeigt werden, fixiert wurden.

Die Ergebnisse werden bei Operationen mit gleicher Fixationsmethode, bei denen eine entsprechende große Fallzahl vorliegt, mit den Ergebnissen anderer Kliniken verglichen.

Die Ursache der 23 Komplikationen, die unmittelbar die Fixationsmethode betreffen, werden aufgezeigt.

Bei den stabilen Osteosynthesen kam es zu 8 Pseudarthrosen. Eine mangelhafte Operationstechnik war in 4 Fällen, eine zu frühe Belastung in 3 Fällen und die Verwendung einer falschen Allenthese in 1 Fall die Ursache dafür. Weiter kam es zu 4 Platten-, Klingen- oder Schraubenbrüchen. Zweimal war die Ursache eine zu frühe Belastung und in je einem Fall eine mangelhafte Operationstechnik unter Verwendung einer ungeeigneten Allenthese, während es aus unklarem Grund einmal zu einer Plattenlockerung kam. Zwei verzögerte Knochenheilungen wurden ebenfalls auf mangelnde Operationstechnik zurückgeführt.

Somit betreffen sämtliche 15 Komplikationen bei stabilen Osteosynthesen nicht die Methode als solche sondern deren mangelhafte Anwendung.
Primäre Materialfehler konnten in keinem einzigen Fall nachgewiesen werden.

Die restlichen 8 Komplikationen
- 5 Dislokationen, 2 Pseudarthrosen und
  1 Gelenkversteifung (wegen zu langer Ruhigstellung )

müssen der Gipsfixation zur Last gelegt werden.

E) Literaturverzeichnis


1. BAYER, H.: Fremdkörper im Organismus. Einheilung. Bruns,Beitr.Klin.Chir.58,1 (1908)

2. BARON, A.: Operative extraartikuläre Versteifung des Hüftgelenkes, ZBL.f.Chir.48,1047 (1921)

3. BARTON, J.R.: On the treatment of anchylosis by the formation of artificial Joints. North Americ.Med.Surg.3,279,400 (1827)

3. BAUER, R.: Konstitution und Hüftgelenkserkrankungen Thieme, Stgt. 1970

4. BECHTOL, C.O., PERGUSON, A.B., LAING, P.G. : Metals and Engineering in bone and Joint Surgery The Williams and Wilkins Comp.Baltimore,1

5. BENNINGHOFF - GOERTTLER : Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Urban u.Schwarzenberg, 1, 1961

6. BERENTEY, G., SOMOGY, S.: Die Ursachen der Erfolglosigkeit der Oste synthesen,Verh.Dtsch.Orth.Ge.46,489 (1958

7. BERNBECK, R.: Neuere Untersuchungen über Knochenschädigung durch Metallosteosynthese.Verh.Dtsch Orth.Ges. 44,439 (1957)

8. BERNBECK, R.: Möglichkeiten und Kritik der Metallosteosynthese in der modernen Orth.u.Unfallch Langenbecks Arch.klin.Chir.270,464 (1951

9. BERNBECK, R.: Konservative und operative Langestellung bei Luxationshüften, Verh.Dtsch.Orth.Ges 55, 244 (1969)

10. BERNEAGA, A.: Unsere Technik der ischiofemoralen Hüftarthrodese Z.Orth. 89,481 (1958)

11. BLOCK, W., BECKSTROEM, J.: Ionometrische Untersuchungen zur Metallo der Gewebe, Langenbecks Arch.klin.Chir. 277,89 (1953)

12. BREITENFELDER, H.: Therapie der Beinlängendifferenzen Verh.Dtsch.Orth.Ges. 53,173 (1967)

13. BRITTAIN, H.A.: Ischio-Femoral-Arthrodesis British J. Surg. 29, 93 (1941)

14. BRUSSATIS, F., MÜLLER, H.E.: Metallbeschaffenheit u.Korrosionserscheinungen an Platten u.Schrauben,Langenbecks Arch.klin.Chir.3o5,15 (1963)

15. BRUSSATIS, F.: Technische Probleme der Osteosynthese Verh.Dtsch.Orth.Ges.49,416 (1961)

16. BÜRKLE de la CAMP, H.: Fehler und Gefahren der Alloplastik in der Knochen-u.Gelenkchirurgie,Langenbecks Arch.klin.Chir. 289,463 (1958)

17. CHAPCHAL, G.: Klinik der Epiphysenlösung,Z. Orthop. 96, (1962)

18. CHAPCHAL, G.: Die Arthrodese des Hüftgelenkes bei der Behandlung der schweren Arthrosis deformans Arch.Orth.Unfallchir. 41,244 (1942)

19. COHEN, J.: Corrosion Testing of Orthopaedie implants J. Bone Jt. Surg. 44 A, 3o7 (1962)

2o. CONTZEN, H., STRAUMANN, F., PASCHKE, E.: Grundlagen der Alloplastik mit Metallen und Kunststoffen Thieme Verlag Stgt. 1967

21. DÜRR, W., Bumm, H.W., HELMS, R.: Über Allenthesen zur operativen Behandlung von Frakturen im Bereich des Trochantermassivs, Chirurg. 36, 165 (1965)

22. FISCHER-WASELS, J., SCHÜNEMANN, H.B.: Zur Frage der Marknagelfrakturen Arch.Orth.Unfall-Chir. 46, 2o7 (1953)

23. FÜRMAIER, A.: Überlegungen zur Statik des arthrodesierten Hüftgelenkes, Arch.Orth.Unfall-Chir.51, 28, (1959)

24. GRUNDMANN, G.: Mißerfolge der Osteosynthese Verh.Dtsch.Orth.Ges. 46, 524 (1958)

25. HACKENBROCH, M.: Die Arthrosis deformans des Hüftgelenkes Verh.Dtsch.Orth.Ges. 44, 28 ( 1957 )

26. HARRIS, W.R.: The Endocrine Basis of supping of the upper femoral epiphysis, J. Bone Jt.Surg. 32 B. (195o)

27. HASSE, C.: Die Ungleichheiten der beiden Hälften des erwachsenen menschlichen Beckens, Arch. Anat.Entwickl.Gesch. 244 (1891)

28. HESS, H.: Simultane Korrektur von Beinlängendifferenzen u.Schenkelhalsstellung bei Hüftdysplasie Verh.Dtsch.Orth.Ges.53, 239 (1967)

29. HOFMEISTER, F.: Coxa vara, eine typische Form der Schenkelhalsverbiegung, Beitr.klin.Chir. 12, (1894)

3o. HOHMANN, G.: Das kranke Hüftgelenk, Med.Woch.4, 214 (1949)

31. HOHMANN, G.: Der Stand der Behandlung der Arthrosis deformans. Arch.Orthop.Unfallchir. 45, 26 (19

32. HOLLAND, : Verlaufsbeobachtungen nach varisierenden u.derotierenden intertrochanteren Femurosteotomien, Med.Klin. 63, 1785 (1968)

33. IMHÄUSER, G.: Therapie der Epiphysenlösung unter Zugrundelegung ihrer Pathogenese, Z.Orthop.96, (1962)

34. FERGESEN, F.: Metallic Surg. Implants.Principles and Mechanical Factors, J.Bone Jt. Surg.46 A. 4o1, (1964)

35. KNESE, K.H.: Knochenstruktur als Verbundbau.Versuch einer technischen Deutung der Materialstruktur des Knochens.Thieme Verl.Stgt.3o, (1958)

36. KRAUSE, M.: Erfahrungsbericht über die Fixierung der intertrochanteren Derotationsosteotomie mit dem lyophilisierten Knochenspan.Beitr. Orthop.Traum.14, 6o9 (1967)

37. KUNER, E.: Zur Frage der Metallentfernung nach Osteosynthesen, Dtsch.Med.Wschr.93, 1o8 (1968)

38. KÜNTSCHER, G.: Die Praxis der Marknagelung. Schattauer Verlag, Stgt. 1962

39. LANGE, M.: Orthopädisch-Chirurg.Operationslehre Bergmann Verlag, München 1968

4o. LEITZ, G.: Typische Komplikationen nach Osteosynthesen u. ihre mechanischen Ursachen,Arch.Orthop. Unfallchir. 64, 285 (1968)

41. MARTIN, R.: Anthropometrie, Springer Verl.Bln., 1925

42. MATTHIAS, H.-H. Die mechanische Widerstandsfähigkeit der Wachstumszonen unter dem Einfluss von Testorsteron. Z.Orthop. 87, (1956 )

43. MATTHIAS, H.-H.: Körperbau u.Reifung bei Epiphysiolysis cap. fem., Z.Orthop.96, (1962)

44. MITTELMEIER, H.; JÄGER, M.: Ergebnisse der Antetorsionskorrektur bei der intertrochanteren Femurosteotomie dysplast. Hüften im Kindesalter, Arch.Orthop. Unfallchir., 65, 1, (1969)

45. MÜLLER, M.E., ALLGÖWER, M., SCHENK, R.: Biomechanische Prinzipien bei der Metallverwendung am Knochen. Langenbecks Arch. klin.Chir. 3o5, 1, (1963)

46. MÜLLER, M.E., ALLGÖWER, M., WILLENEGGER, H.: Manual der Osteosynthese, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York ( 1969 )

47. MÜLLER, M.E., ALLGÖWER, M., WILLENEGGER, H.: Technik der operativen Frakturenbehandlung Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg ( 1963 )

48. MÜLLER, M.E.: Die hüftnahen Femurosteotomien, Georg Thieme Verlag Stgt. (1957 )

49. NICOLE, R.: Metallschädigung bei Osteosynthesen Arch.chir.Acta 14, (1947)

5o. PAUWELS, F.: Der Schenkelhalsbruch. Ein mechanisches Problem, Enke Verlag Stgt. (1942)

51. PAUWELS, F.: Über die Bedeutung einer Zuggurtung für die Beanspruchung des Röhrenknochens u.ihrer Verwendung zur Druckosteosynthese, Verh. Dtsch.Orthop.Ges. 52, 231 (1965)

52. PAUWELS, F.: Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New-York (1965)

53. PFEIL, E.: Die Anwendung lyophilisierter Knochenspäne bei kindlichen Drehosteotomien.Beitr. Orthop.Traum. 14, 6c3 (1967)

54. RÜTHER, H.: Ursachen u.Behandlung der jugendlichen Hüftkopflösung.Z.Orthop. (1954), 84

55. SCHENK, R., WILLENEGGER, H.: Zur Biomechanik der Frakturheilung Acta anat.Basel, 53 (1963)

56. SCHENK, R.: Zur Histologie der primären Knochenheilung Langenbecks Arch.klin.Chir.3o8, 44o (1964)

57. SCHNEIDER, P.G., CIGALA, F.: Behandlungsergebnisse der intertrochanteren Osteotomie bei der einfachen Hüftdysplasie im Kleinkindesalter.Z.Orthop.1o1,63 (1966)

58. SCHNEIDER, P.G., CIGALA, F.: Behandlungsergebnisse der intertroch.Osteotomie bei Luxationshüften im Kleinkindesalter, Z. Orthop. 1o1, 47 (1966 )

59. SCHNEIDER, R.: Mehrjahresresultate eines Kollektivs von 100 intertroch. Osteotomien bei Coxarthrose Helv.Chir.Acta, 33, 185 (1966)

6o. THAILLARD, W., MORSCHER, E.: Beinlängenunterschiede, Karger, Basel-New York ( 1965 )

61. THOMAS, G.: Die Leistungsgrenzen der Detorsionsosteotomien am prox. Femurende Z. Orthop.lol, 38o (1966)

62. THOMAS, G.: Die dysplastische Hüftgelenkspfanne, Enke Verlag Stgt. (1969)

63. VALENTIN, B.: Geschichte der Orthopädie, Thieme Verlag Stgt. (1961)

64. VIERNSTEIN, K.: Besonderheiten der Osteosynthese im Kindesalter, Verh.Dtsch.Orthop.Ges. 52, 258 (1966)

65. VIERNSTEIN, K.: Erfahrungen der Verkürzungsosteotomien am Bein, Verh.Dtsch.Orthop.Ges. 53, 228 (1967)

66. WANKE, R., MAATZ, R., JUNGE, H., LENZ, W.: Knochenbrüche und Verrenkungen Urban u. Schwarzenberg Verlag München-Berlin (1962)

67. WEHRHAHN, O.: Beitrag zur Spannungsentwicklung in Knotenpunkten geschweißter Fachwerksbrücken, Dissertation, Hannover (1955)

Herrn Priv.Doz.Dr.Hofmeister danke ich für die
Überlassung des Themas
und Herrn Oberarzt Dr. Brandt für seine Ratschläge
bei der Ausarbeitung der Röntgenbilder.

Lebenslauf

Am 3o. März 194o wurde ich als Sohn des Oberamtsrates Albert Gras und seiner Ehefrau Elly, geb. Muck, in Stuttgart geboren.

In den Jahren 1946 bis 195o besuchte ich die Grundschule in Stuttgart-Zuffenhausen. Anschliessend war ich Schüler des Gottlieb-Daimler-Gymnasiums in Stuttgart-Bad Cannstadt, an dem ich im März 196o das Abitur ablegte.

Bis zum Winter-Semester 1962/1963 absolvierte ich bei der Württembergischen Girozentrale Stuttgart eine Banklehre, die ich mit dem Kaufmanns-Gehilfenbrief abschloss. Bis zum Physikum studierte ich an der Freien Universität Berlin, an die ich nach zwei Studiensemestern an der Universität Innsbruck zurückkehrte. Nach dem Staatsexamen am 11. März 1969, folgte bis zum 31. Juni 197o die Medizinalassistentenzeit. Nach der Approbation im Juli 197o vertrat ich eine Landpraxis im Bergischen Land.

Berlin, am 31. Januar 1971